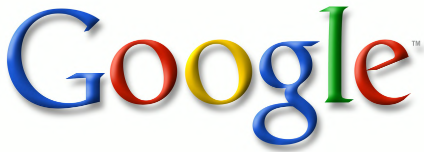
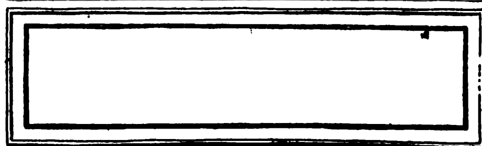

Google


UC-NRLF
$B 117 052


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
LVX
FIAT
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS





12,-

MEDEDEELINGEN VAN HET PROEFSTATION

„MIDDEN-JAVA"

TE SEMARANG.

OVER DE BORDEAUX-ROODE KLEUR DER SUIKERRIET-WORTELS

DOOR

Dr. FRANZ BENECKE.

Met 8 lithographische en 7 chromolithographische figuren.



SEMARANG,
G. C. T. VAN DORP & Co.
1890.

Carpentier

I. INLEIDING.

Oorspronkelijk was het mijn plan, eene volledige verhandeling over den wortel van het suikerriet te schrijven, de dood echter van onzen vroegeren directeur, Dr. F. SOLTWEDEL, heeft aan mijne bezigheden eene nieuwe richting gegeven, die het mij niet mogelijk maken, dit onderwerp thans in alle details te behandelen.

Ik maak voorloopig van mijne studiën over de suikerrietwortels dat gedeelte openbaar, dat reeds voltooid is, hopende het vervolg ervan binnen een niet al te lang tijdsverloop te kunnen publiceeren.

Evenals in mijnen arbeid „Over suikerriet uit zaad" is geschied, zoo begin ik ook deze verhandeling met eenige toelichtingen, die ik van mijn standpunt niet voor overtollig beschouw. Die toelichtingen zijn niet slechts bestemd voor deze verhandeling, maar ook voor het tweede gedeelte mijner studiën over den rietwortel, dat later zal verschijnen. Even noodzakelijk als voor hem, die zelf het suikerriet (resp. de producten ervan) scheikundig wil onderzoeken, eene algemeene scheikundige kennis is, even noodzakelijk is voor hem, die zich met de cultuur eener plant bezig houdt, eene algemeene kennis van de organen der plant en van de functiën, die zij verrichten. Vooral wordt echter zulk eene kennis geeischt, als er sprake is van samenwerken van den practicus met den theoreticus. Het is dikwijls onmogelijk, een practicus de voor hem belangrijke verschijnselen te verklaren, zonder wetenschappelijke termen te gebruiken, omdat de practicus geene of ten minste geene volkomen juiste uitdrukkingen voor die verschijnselen heeft.

Aan eene zaadplant onderscheidt men twee hoofdorganen:

I. de **„spruit”**, [1]).

II. den **„wortel.”**

Eene **spruit** bestaat uit een **„stam”** [2]) en de door dezen gedragen **„bladeren”**. Er zijn twee soorten van spruiten:

1.) de **vegetatieve (geslachtslooze) spruit,** waarvan de groene bladeren tot taak hebben, om de plant te voeden,

2.) de **sexueele (geslachtelijke) spruit,** waarvan de bladeren op eigenaardige wijze van gedaante veranderd (gemetamorphoseerd) zijn en die direct of indirect voor de geslachtelijke voortplanting dienen. Deze sexueele spruit wordt **„bloem”** genoemd.

Onder **„wortel”** verstaan wij dat orgaan, hetwelk bestemd is, *a*) om aan de plant een vaste steun in den grond te geven, *b*) om met behulp van zijne éécellige wortelharen het water en de noodzakelijke voedingszouten uit den grond op te nemen en de spruit daarvan te voorzien.

Over het algemeen onderscheidt men, al naar de plaats van hunnen oorsprong, drie soorten van wortels, namelijk:

1.) den **„hoofdwortel,”**

2.) den **„stamzijwortel”**

3.) den **„bijwortel.”**

„Hoofdwortel” noemt men dien wortel, die ontstaat door verdere ontwikkeling van den kiemwortel („radicula” [3]) van het embryo. Bij vele planten (*Gymnospermen en Dicotyledonen*) blijft in normale gevallen de hoofdwortel bestaan gedurende het geheele leven der planten, b. v. bij dennen,

---

[1]) Voor zoo ver ik uit de in het Nederlandsch geschreven botanische leerboeken, die tot mijne beschikking staan, kan zien, bestaat er geene nauwkeurig wetenschappelijke terminologie in die taal. Ik ben daarom dikwijls gedwongen, de termini technici uit het Duitsch eenvoudig overtenemen, door ze te vertalen.

[2]) De wetenschappelijk juiste naam voor elk orgaan, dat bladeren draagt, is „stam”. In de wandeling bestaan hiervoor verschillende namen, zooals halm, stengel, schaft, stam, stok enz.

[3]) Vergl. mijne verhandeling: „Over suikerriet uit zaad”, pag. 29. In de bij deze verhandeling gevoegde figuren heb ik den hoofdwortel door w_1 aangeduid.

beuken, eiken, beetwortels enz.; bij andere planten daarentegen (*Monocotyledonen*) sterft de hoofdwortel vroegtijdig af en wordt vervangen door „stamzijwortels", zooals b. v. bij palmen, grassen [4]) enz.

„Stamzijwortel" wordt die wortel genoemd, welke — zooals de naam reeds duidelijk uitdrukt — aan de zijde van den stam te voorschijn komt. Zoo zijn b. v. alle wortels, die direct uit den rietstok te voorschijn komen, stamzijwortels. [5]) Karakteristiek is het, dat deze wortels niet uit het binnenste van den stok, maar uit meer uitwendig gelegen gedeelten van het stamweefsel ontstaan. Afgezien van de plaats van het ontstaan, behoeft een stamzijwortel zich niet noodwendig van een hoofdwortel te onderscheiden.

„Bijwortels" zijn die wortels, welke zich als vertakkingen van een hoofdwortel of van een stamzijwortel voordoen. [6]) Hierdoor alleen reeds onderscheiden ze zich voldoende van de twee andere wortelsoorten. In tegenstelling met de stamzijwortels ontstaan ze meer uit het binnenste van het weefsel. In de wetenschap drukt men deze verhoudingen uit door te zeggen: bijwortels ontstaan **„endogeen,"** stamzijwortels **„exogeen"** [7]) Van den hoofdwortel onderscheiden zich de bijwortels door den graad van het **„geotropisme"**, dien zij bezitten.

„Geotropisme" noemen wij dat verschijnsel bij den groei der plantendeelen, dat door de werking der zwaartekracht (onzer aarde) wordt veroorzaakt. De organen, die onder den invloed der zwaartekracht staan, worden **„geotropisch"** genoemd. Men onderscheidt twee soorten van „geotropisme",

---

[4]) Vergl. mijne verhandeling: „Over suikerriet uit zaad", pag. 46.

[5]) Deze stamzijwortels worden ook wel „adventiefwortels" genoemd. Ik heb de laatste uitdrukking ook in mijne verhandeling. „Over suikerriet uit zaad" gebruikt. De uitdrukking „stamzijwortel" verdient echter bepaald de voorkeur. Door die toetepassen, volg ik O. Drude na (Vergl. O. Drude, „Die Morphologie der Phanerogamen" in A. Schenk's „Handbuch der Botanik," pag. 607 u. 608.)

[6]) In de figuren, bijgevoegd aan mijne verhandeling: „Over suikerriet uit zaad," heb ik alle bijwortels door *n* aangeduid.

[7]) Hierover meer in eene volgende verhandeling, waarin ik de anatomie en de ontwikkelingsgeschiedenis van den rietwortel uitvoerig zal behandelen.

het **„positieve"** en het **„negatieve."** Een orgaan wordt **„positief geotropisch"** genoemd, als het ten gevolge der zwaartekracht loodrecht in den voedingsbodem groeit, **„negatief geotropisch"**, als het orgaan bij zijn groei zich in eene loodrechte richting van het middenpunt der aarde verwijderd.

De hoofdwortel nu is positief, de hoofdstam negatief geotropisch. Anders is het gesteld met de vertakkingen van deze beide hoofdorganen: evenmin als de takken van een stam volkomen negatief geotropisch zijn, evenmin hebben de takken van een wortel, d. i. de bijwortels, een volkomen positief geotropisme. De bijwortels groeien wel is waar ook naar beneden in den voedingsbodem, niet echter in eene loodrechte, maar in eene schuine richting, en wel meestal onder een bepaalden hoek met de loodlijn.

Naar de plaats van haar ontstaan, kan men de vertakkingen rekenen als te behooren tot de eerste, tweede, derde enz. orde. De bijwortels der eerste orde zijn die, welke van den hoofdwortel, resp. van een stamzijwortel uitgaan de bijwortels der tweede orde ontstaan uit de bijwortels der eerste orde enz.

Terwijl nu de bijwortels der eerste orde nog in zekeren graad positief geotropisch zijn, ontbreekt dit verschijnsel aan de bijwortels der tweede orde reeds geheel. Voor de vertakkingen van den stam geldt de regel, dat, van hoe hoogere orde een tak is, des te minder negatief geotropisch hij is. Deze feiten, aan iederen vertakten boom gemakkelijk waartenemen, getuigen van doelmatige inrichtingen, door de planten verkregen in den „strijd om het bestaan."

De schematische figuur 1 van plaat I moet dienen, om het boven medegedeelde aanschouwelijk te maken.

Bezien wij het in deze figuur gegeven wortelstelsel, dan begrijpen wij al dadelijk, dat de wortels, door den verschillenden graad van het geotropisme, gelijkmatig verdeeld zijn in de ruimte; ware dit niet het geval, dan zouden de wortels niet in staat zijn, over groote uitgestrektheid aan den bodem voedingsstoffen te ontnemen.

Keeren wij de figuur om, dan verkrijgen wij het beeld van een vertakten stam, en zien dan weer dadelijk hoe doelmatig de takken verdeeld zijn; doelmatig, omdat zonder den

verschillenden graad van het geotropisme, aan de vertakkingen eigen, de aan deze zittende bladeren elkander wederkeerig licht en lucht zouden benemen en onmogelijk hunne functiën op eene voldoende wijze zouden kunnen vervullen.

Ons schema maakt ons tevens duidelijk, dat in dit geval de bijwortels der tweede en derde orde de richting der zwaartekracht hoegenaamd niet meer volgen. De door een sterretje aangeduide bijwortels van de tweede resp. de derde orde zouden bij den verderen groei zeer gauw de oppervlakte van den grond bereiken en, **als niet andere krachten dit verhinderen,** onder een hoek van 60^0 in de lucht groeien.

Dit geschiedt evenwel onder normale omstandigheden niet, omdat feitelijk nog andere krachten invloed hebben op de richting der organen. Zulke krachten zijn: **„heliotropisme"** en **„hydrotropisme".**

„Heliotropisme" noemen wij dat verschijnsel bij den groei der plantendeelen, dat door de werking van het zonlicht wordt veroorzaakt.

Een orgaan is **„positief heliotropisch"** als het naar het licht toe groeït, **„negatief heliotropisch"** als het in de tegenovergestelde richting groeit. De stam is meestal positief heliotropisch, de wortel daarentegen negatief heliotropisch. [8])

„Hydrotropisme" noemen wij dat verschijnsel bij den groei der wortels, dat veroorzaakt wordt door het verschillende watergehalte van de omringende aarde.

Daarom zeggen wij, dat een wortel **hydrotropisch** is, als hij zich naar dien kant buigt, waar zich het noodige vocht bevindt.

Geotropisme, heliotropisme, hydrotropisme en andere krachten, waaromtrent ik niet in nadere bijzonderheden kan treden, kunnen te zamen en te gelijker tijd invloed uitoefenen op den groei van het orgaan eener plant. Zoodra b. v. de door een sterretje aangeduide bijwortels (fig. 1) uit de oppervlakte willen te voorschijn komen, kan dit verhinderd worden door de eigen-

---

[8]) De verhouding der bladeren tot het licht laat ik in deze verhandeling buiten beschouwing.

schap, om het licht te ontvluchten, d. i. door het negatieve heliotropisme, of het vocht van den grond kan (in tegenstelling met de eventueel drooge lucht) den wortel in het binnenste van den grond als het ware weer terugtrekken.

Wat de **anatomische structuur** van een wortel betreft, deze is voor alle wortels, die bestemd zijn, om uit den grond water en voedingszouten optenemen, over het algemeen dezelfde. In dit opzicht bestaat dus geen principieel verschil tusschen hoofdwortel, stamzijwortel en bijwortel. Het ligt niet op mijn weg, in deze verhandeling in nadere bijzonderheden te treden omtrent de anatomische structuur van den suikerrietwortel; ik zal mij hier slechts beperken tot eene zeer korte, algemeene beschrijving.

Om dit gemakkelijker te kunnen begrijpen, zullen wij ons weer van eene schematisch geteekende figuur bedienen. Fig. 2, A op plaat I stelt voor een overlangsche en fig. 2, B een dwarsche doorsnede van een wortel, waarvan de top is afgesneden.

De weefsels van een wortel, op eenigen afstand van diens top zijn drieerlei:

1.) de **opperhuid** of **epidermis** (fig. 2, A en B, a),

2.) de **wortelschors** (fig 2, A en B, m),

3.) de **fibrovazaalstreng** (fig. 2, A en B, i.)

De **opperhuid** of **epidermis** (fig. 2, A en B, a) bestaat uit eene enkele laag cellen, die het overige gedeelte van het wortellichaam als een mantel omgeeft. De afzonderlijke cellen sluiten zonder tusschenruimten (intercellulaire ruimten) aan elkander en een gedeelte der cellen groeit tot celbuizen uit, d. w. z. tot in de lengte ontwikkelde cellen. Deze cellen, „*wortelharen*" genoemd, zijn van groote physiologische beteekenis. In de schematisch geteekende figuur zijn ze niet aangeduid; ik kom later op deze gewichtige deelen van den wortel terug.

De **wortelschors** (fig. 2, A en B, m) is geheel omgeven door de opperhuid en zijnerzijds omgeeft het den fibrovazaalstreng (i). Zij bestaat uit een grooter of kleiner aantal cellaagjes, die min of meer los aan elkander sluiten, ook wel groote

luchtholten toonen. [9]) In de figuur zijn de afzonderlijke cellaagjes niet aangeduid.

De **fibrovazaalstreng** (fig. 2, A en B, i) loopt door het midden van den wortel, van diens basis tot nabij zijn top. Maakt men door een eenigszins krachtigen wortel eene dwarssnede, dan kan men reeds met het bloote oog de in de as van den wortel ineenloopende fibrovazaalstreng onderscheiden. Scheurt men een wortel van het suikerriet af, dan laat de wortelschors als een holle koker van de fibrovazaalstreng los, omdat ze een te grooten weerstand biedt om afgescheurd te kunnen worden.

Terwijl wij in den stam eener plant meestal vele fibrovazaalstrengen vinden, heeft de wortel slechts ééne enkele. Deze bestaat uit zeer vele verschillend gevormde cel-elementen. In de figuur is de fibrovazaalstreng zwart voorgesteld zonder éénig détail.

Deze drie genoemde weefselsoorten (de opperhuid, de wortelschors en de fibrovazaalstreng) bestaan evenwel slechts in het oudere gedeelte van den wortel. Aan diens top zijn de afzonderlijke weefsels even als aan een top van den stam nog niet gedifferentiëerd. Van de cellen, welke aan den top van een plantorgaan liggen, gaat de vorming van die celmassa's uit, die zich bij den verderen groei van het orgaan in de afzonderlijke weefsels differentiëeren. Dit gedeelte van den top wordt in de wetenschap het **„vegetatiepunt,"** („groeipunt") genoemd.

Het spreekt van zelfs, dat het **vegetatiepunt** van een plantorgaan zeer gewichtig is, want — zooals ik immers reeds verklaard heb — van het vegetatiepunt uit heeft de nieuwe vorming plaats; zonder vegetatiepunt dus ook geen groei van een orgaan!

De cellen van het vegetatiepunt zijn nu echter ook zeer teer en ze kunnen licht beschadigd worden. Daarom hebben ze ook een bijzondere bescherming noodig! Deze is bij de toppen van den stam en van den wortel van verschillenden aard. De top van den stam is door de jongere bladeren omsloten

[9]) Omtrent de physiologische beteekenis der luchtholten deel ik in eene latere verhandeling iets naders mede.

en op deze wijze is het vegetatiepunt van den stam beschut tegen den nadeeligen invloed van buiten (regen, wind, warmte, vorst enz.). Ieder planter weet, dat bij den rietstok de top van den stam (dus het vegetatiepunt) diep beneden in het binnenste der bladscheeden is verborgen.

Een wortel heeft geene bladeren en moet dientengevolge een ander beschermmiddel hebben. In zeker opzicht heeft hij dit ook nog meer noodig dan de stam. De stam namelijk groeit de lucht in en zijn vegetatiepunt heeft dus gewoonlijk geen „hoekige" hinderpalen te overwinnen. Geheel anders de wortel, die in den grond moet door dringen.

De stam heeft in zijne bladeren bondgenooten, de wortel moet zich zelf helpen en dit geschiedt, doordat zijn vegetatiepunt gedurig naar buiten cellen afscheidt. Deze naar buiten afgescheiden cellen bedekken als een mutsje den worteltop en worden om die reden het **„wortelmutsje"** genoemd (Vergl. fig. 13 op plaat V).

De uiterste cellen van het **wortelmutsje** komen bij het doordringen van den wortel in den grond in onmiddellijke aanraking met diens vaak scherpe en hoekige aarddeeltjes. Naar mate nu deze uiterste cellen van het wortelmutsje daardoor worden afgestooten, worden steeds in gelijke mate van het vegetatiepunt uit nieuwe wortelmutscellen gevormd en op deze wijze verschaft het vegetatiepunt zich zelven zijn beschermtoestel.

Wij zullen later vegetatiepunt en mutsje van den suikerrietwortel eenigszins nader leeren kennen.

Wat nu ten slotte de **functie van den wortel** betreft, zoo zal ik ook hier maar geheel in het algemeen het voornaamste mededeelen. [10]

---

[10]) De wijze, waarop de wortel zich voedt, zal ik uitvoeriger behandelen in mijn ook weldra te verschijnen arbeid „Over de waarde van water- en zandcultures voor de practijk." Eene reeks van proefnemingen omtrent belangrijke physiologische eigenaardigheden van den wortel van het suikerriet maak ik in het tweede gedeelte van mijne verhandeling over de wortels van het suikerriet openbaar.

De taak van den wortel is, aan den bodem water en voedingszouten [11]) te ontnemen en deze den organen boven de aarde toe te voeren. Voor het opnemen van water en van de daarin opgeloste voedingsstoffen zorgen nu de bovengenoemde **„wortelharen"**. Deze vergroeien zoo innig mogelijk met kleine deeltjes van den grond en zijn daardoor in hooge mate geschikt, om aan den bodem die voedingsstoffen te ontnemen, welke voor de ontwikkeling der plant onvoorwaardelijk noodzakelijk zijn, en zelfs dan nog te ontnemen, als deze voedingstoffen slechts in uiterst geringe hoeveelheden in den bodem aanwezig zijn.

Een paar figuren zullen den man van de practijk welkom zijn, om het boven medegedeelde op te helderen. De figuren 12 en 13 van mijne verhandeling „Over suikerriet uit zaad" toonen ons de wortelharen **h** aan den door $\mathbf{w}_2$ aangewezen wortel zeer duidelijk.

In deze verhandeling toont ons fig. 14 op plaat VI een gedeelte van eene doorsnede over de lengte van een wortel. De opperhuid is door **a** aangeduid. Wij zien, dat twee van hare cellen tot buizen zijn uitgegroeid. Deze beide door **h** aangeduide lichaampjes zijn wortelharen bij eene 110 tot 120-voudige vergrooting.

Op welke wijze en in welken graad de wortelharen met de aarddeeltjes samenhangen, zullen ons de figuren 3—7 op de platen II en III doen zien. [12])

Fig. 3 (op plaat II) stelt eene zeer jonge tarweplant voor. **V** is de tarwevrucht, (*Triticum vulgare L.*), uit welker embryo zich blad en wortels hebben ontwikkeld. Het plantje werd in humoze tuinaarde gekweekt. Uit den grond genomen, werd het, voor zoover het mogelijk was, door flink schudden van de aanklevende aarde bevrijd.

De nog aanklevende deeltjes (zie de fig. 3) konden door

---

[11]) b.v. de scheikundige verbindingen van kalium, calcium, magnesium en ijzer met zwavelzuur, phosphorzuur en salpeterzuur.

[12]) Deze 5 figuren op de platen II en III heb ik uit de beroemde werken van Julius Sachs overgenomen. Vergl: 1e „Handbuch der Experimental — Physiologie der Pflanzen," fig. 16 op pag. 171, fig. 17 en 18 op pag. 184, fig. 19 op pag. 185; 2e. „Vorlesungen über Pflanzenphysiologie," fig 12 op pag. 25.

schudden niet worden verwijderd, omdat ze door de wortelharen werden vastgehouden. De geheele jonge wortel is, zooals ons de aanklevende aarddeeltjes in fig. 2 aantoonen, met uitzondering van zijn top (**I**) met wortelharen bedekt (**II**).

Fig. 4 (op plaat II) stelt eene jonge tarweplant voor in een vier weken ouder stadium. Wij zien hier weer, dat de toppen (**I**) der wortels geene wortelharen dragen, maar voorts, dat ook de basen (**III**) vrij zijn van wortelharen. Hier hebben vroeger (zie fig. 3) wortelharen gezeten, maar die zijn afgevallen, zoodat dit gedeelte van den wortel thans niet meer dienen kan, om water en voedingszouten aan de aarde te ontnemen; deze taak valt uitsluitend ten deel aan de met **II** gemerkte worteldeelen.

Wij leeren hieruit, dat oudere worteldeelen slechts nog in zoover van direct nut voor de plant zijn, als ze haar vasten steun in den grond geven en de door jongere worteldeelen opgenomen opgeloste voedingsstoffen geleiden naar het bovenaardsche gedeelte der plant (d. i. naar den spruit). Verder leeren wij, dat de wortels eener plant voortdurend moeten groeien en zich uitspreiden, als de plant voldoende gevoed zal worden; alle oorzaken, die den groei der wortels tegenhouden (zooals b. v. de nematoden [13]) moeten ziekelijke toestanden voortbrengen.

Fig. 5 A (op plaat III) doet ons eene in wit kiezelzand gekweekte kiemplant zien van de witte mosterdplant (*Sinapis alba L.*) en wel in dien toestand, zooals men ze verkrijgt, wanneer het eenigszins vochtige zand na het omkeeren van den bloempot slechts een beetje wordt afgeschud. Het zand omhult den jongen wortel, met uitzondering van den jongen doorgroeienden top, waar nog geene wortelharen aanwezig zijn.

Fig. 5 B stelt dezelfde plant voor, nadat ze door heen- en weerbewegen in water van het zand was bevrijd; de wortel is met duizende wortelharen bezet, die te voren de zandkorreltjes vasthielden en die vroeger zelfs gedeeltelijk

---

[13]) **Om mij voor verkeerde uitleggingen te vrijwaren, merk ik op, dat ik hiermede volstrekt niet gezegd wil hebben, dat ik de nematoden als oorzaak der zoogenoemde serehziekte beschouw.**

daarmede waren samengegroeid. Om die reden laten zich de korreltjes, van vele haren niet meer losmaken, zonder deze te verscheuren. Ware de kiemplant niet in wit kiezelzand, maar in vasteren grond gekweekt, dan zou het voor een groot gedeelte onmogelijk geweest zijn, ze van de aarddeeltjes te bevrijden.

Langs welken weg de mikroskopisch fijne wortelharen in den bodem dringen, maakt ons fig. 6 (op plaat III) aanschouwelijk. Wij moeten ons links den wortel denken, waarvan slechts de uiterste cellaag van de wortelschors (**m**) en de opperhuid (**a**) is geteekend. Twee opperhuidcellen zijn tot wortelharen (**h**) uitgegroeid. Deze zijn in den grond gedrongen. De donker geharceerde lichaampjes zijn mikroskopisch kleine aarddeeltjes, waartusschen zich de geheel wit gelaten luchtholten bevinden. Ieder aarddeeltje is met eene dunne laag water omgeven, die door hare vlaktekrachten (door „adhesie") wordt vastgehouden. Deze waterkringen zijn in de teekening door gegolfde lijnen aangeduid. Ook de oppervlakte der wortelharen is met eene dunne laag water bedekt, en de celwand van het wortelhaar is met water doortrokken. De figuur doet ons zien, in welke hooge mate een wortelhaar in staat is, aan den bodem water en voedingszouten te ontnemen; in aanmerking genomen, dat eene groote zaadplant milliarden van wortelharen heeft, zoo kunnen wij ons een denkbeeld vormen van de beteekenis, die deze bijna mikroskopisch kleine wortelharen hebben, en wij begrijpen, hoe zij in staat zijn, het zeer aanzienlijke waterverlies, dat de plant dagelijks lijdt, weer goed te maken en haar de noodige hoeveelheid voedingszouten toe te voeren.

Fig 7 eindelijk toont ons (hetgeen ook reeds in fig. 6 is aangeduid), op welke innige wijze de wortelharen met de aarddeeltjes kunnen samengroeien. Dit geschiedt, om aan den bodem zooveel mogelijk het vereischte voedsel te ontnemen.

Niet alle substanties van den bodem zijn gemakkelijk oplosbaar. Nu echter bezit het wortelhaar de eigenschap, om stoffen af te scheiden, die onoplosbare zouten in oplosbare veranderen en daardoor eveneens nuttig maken voor de plant. Opdat echter de oplossende uitwerking van de stoffen,

die uit een wortelhaar afgescheiden zijn, eene zoo hoog mogelijke zij, daarvoor is innig samengroeien noodig van het wortelhaar met de aarddeeltjes. De fig. 3 tot 7 doen ons zien, hoe innig de vergroeiing kan zijn.

Als het beste en het meest bekende voorbeeld van de oplossende eigenschap, die de wortelharen bezitten, zal ik het volgende mededeelen. Legt men op den bodem van een bloempot eene gepolijste marmeren plaat en kweekt men in dezen pot eene plant, dan kan men later, als de marmeren plaat eruit wordt genomen, het beeld van een gedeelte van het wortelstelsel met groote regelmatigheid geëtst zien in de marmeren plaat, omdat de wortelharen overal, waar zij met de marmeren plaat in aanraking kwamen, koolzuur afzonderden; het koolzuur echter veranderde het uit onoplosbare neutrale koolzure kalk bestaande marmer in oplosbare zure koolzure kalk en zóó ontstond het beeld van het wortelstelsel op de marmeren plaat.

Met behulp van deze voorafgegane beschrijvingen hebben wij die kennis verkregen, welke noodig is, om het voornaamste gedeelte van deze verhandeling, evenals ook het later te publiceeren vervolg ervan, te kunnen begrijpen. Mogelijk, dat uit deze theoretische kennis door den man van de practijk in verbinding met zijne overige kundigheden, ook nog op eene andere wijze nut zal getrokken kunnen worden en mijne toelichtingen hem dan dubbel welkom zijn. Al hetgeen ik gezegd heb, is overigens in ieder goed leerboek der plantenkunde te vinden, maar 1e heeft niet iedereen dadelijk zulk een leerboek bij de hand en 2e zijn de door mij behandelde dingen voor hem in het leerboek niet zoo beknopt samengesteld. Het is den practicus, als ik het woord mag gebruiken, niet „smakelijk" genoeg gemaakt, en daarop komt het zeker in de eerste plaats aan, omdat hij anders te veel tijd met zulke dingen zou verliezen.

II. PROEFONDERVINDELIJK GEDEELTE.

De bordeaux-roode kleur der suikerrietwortels kan iedereen waarnemen, die met open oogen door een suikerriettuin loopt. Aan de stokken, waarvan de worteloogen zich niet meer in het eerste stadium van den groei bevinden en niet meer door bladscheeden bedekt zijn, kunnen wij dikwijls waarnemen, dat deze oogen eene bordeaux-roode kleur hebben. Zijn de worteloogen aan het bovenaardsche gedeelte van een stok uitgegroeid tot wortels, omdat de plant niet in normale omstandigheden verkeerde, en zijn deze luchtwortels langs den stok gegroeid (een verschijnsel, door velen als een teeken der serehziekte beschouwd), dan zien wij zeer dikwijls, dat de oppervlakte van den wortel evenals de worteltop bordeaux-rood gekleurd zijn. Komen wortels uit den bodem te voorschijn, zooals het wel eens gebeurt, dan kunnen wij hetzelfde waarnemen. Bezien wij verder bibit, die niet dadelijk na het snijden werd geplant, maar langeren tijd onbedekt heeft gelegen, dan nemen wij alweer de bordeaux-roode kleur aan den wortel waar.

Overal dus, waar wij wortels boven den grond zien, valt ons hunne **bordeaux-roode** kleur dikwijls in het oog. [14])

Bij zulke waarnemingen dringen zich twee vragen aan ons op:

1.) Hebben alle suikerrietwortels een bordeaux-roode kleur, dus ook die, welke in den bodem groeien?

2.) Is de bordeaux-roode kleur der suikerrietwortels een normaal dan wel een ziekelijk verschijnsel?

---

[14]) In zwakkere nuances is de kleur dikwijls purpurrood. Omdat het eenvoudiger is, spreek ik steeds maar van bordeaux-roode kleur.

Bij onze onzekere kennis omtrent die verschijnselen, welke een gevolg zijn van het optreden van den onbekenden parasiet, die de serehziekte te voorschijn roept, is de beantwoording der tweede vraag zonder twijfel van groot belang voor de practijk. Dit is de reden, waarom ik mij er op toeleg, om de bijzonderheden van dit onderwerp te leeren kennen.

Zooals bekend is, houdt men de zoogenoemde „roode kleur der vaten" [15]) voor een der kenteekens van de serehziekte; de verrotting van de bibit, met roode kleur gepaard gaande, wordt opgevat als een gevolg der serehziekte. De oranje- tot vermilloen-roode kleur der bladscheeden is zonder twijfel een ziekteverschijnsel. Dezelfde vermilloenkleur bekomen ook de worteloogen, als ze door vermilloenroode bladscheeden zijn bedekt; en bij oude wortels, die zich reeds lang in den grond bevinden, nemen wij ze eveneens waar. [16])

Kortom, de roode kleuren, waar zij zich ook vertoonen, zijn meestal van **verdachten** aard! Van dit standpunt moet het voor de practijk, van gewicht zijn, alle roode kleuren zoo nauwkeurig mogelijk na te gaan en daarom zullen van dit standpunt mijne onderzoekingen omtrent de bordeaux-roode kleur der suikerrietwortels belang inboezemen.

Wij moeten — zooals uit het boven medegedeelde reeds blijkt — bij den wortel van het suikerriet een nauwkeurig onderscheid maken tusschen:

1) de oranje- tot vermilloen-roode kleur en

2) de bordeaux-roode kleur.

Alléén met de laatste houd ik mij in deze verhandeling bezig. Om alle misverstand te voorkomen, heb ik mijne toevlucht genomen tot gekleurde afbeeldingen.

Met behulp der figuren 9 en 11 op plaat IV is voor elkeen het verschil van kleur zeer duidelijk: de wortel van

---

[15]) Omtrent deze zoogenoemde „roode kleur der vaten" zal ik later eene verhandeling doen verschijnen, waaraan ik reeds bezig ben.

[16]) Van de roode vegetatiepunten van den stok en der spruit-oogen zie ik voorloopig af en wel om bijzondere redenen; ik zal de roode kleur dezer organen samen met de zoogenoemde „roode kleur der vaten" behandelen.

fig. 11 is bepaald vermilloen-rood, die van fig. 9 duidelijk bordeaux-rood. In het verdere verloop resp. aan het slot mijner verhandeling kom ik op deze figuren terug. Voorloopig is het voldoende. het verschil begrepen te hebben.

De twee vragen, die ik mij bij het begin van mijn arbeid stelde, heb ik getracht door eene reeks van waarnemingen en proeven te beantwoorden. Thans ga ik er toe over, deze waarnemingen en proeven te beschrijven, om vervolgens de resultaten mede te deelen, daar*bij* en daar*door* verkregen.

Gemakkelijk en eenvoudig was het antwoord op de eerste door mij gestelde vraag:

„Komt de bordeaux-roode kleur aan alle wortels toe, dus ook aan die, welke in den grond groeien?"

Ik heb bij eene groote reeks van potplanten, als ook bij vele, zeer verschillende variëteiten van het suikerriet, die in onzen proeftuin gecultiveerd worden, de wortels diep uit den grond laten graven en heb **nooit** bij wortels uit de diepte van den grond ook maar een spoor van bordeaux-roode kleur kunnen vinden. De wortels toonden mij steeds, wat de kleur betreft, juist het beeld, door fig. 10 op plaat IV weergegeven, d. i. noch de oppervlakte van den wortel noch diens top hadden een bordeaux-roode kleur.

De heer Dr. OSTERMANN had op mijn verzoek de vriendelijkheid, op zijne onderneming Bandjaran (Japara) soortgelijke onderzoekingen te doen. Op 16 October 1889 deelde ZEd. mij mede, dat hij in zijne verschillende tuinen met verschillenden grond bij **geen** der wortels, die uit de diepte van den grond waren gehaald, eene bordeaux-roode kleur had waargenomen. Dr. OSTERMANN onderzocht even als ik jongere en oudere planten, en wel zulke met een gezond voorkomen en zulke, die duidelijke kenteekens van ziekte vertoonden.

Deze waarnemingen bewijzen zonder twijfel, dat in elk geval de roode kleur der worteltoppen geen verschijnsel is, dat algemeen bij de rietwortels wordt

gevonden, een resultaat, dat mij à priori bij de eerste waarnemingen als waarschijnlijk voorkwam.

Van het begin af wezen alle waarnemingen erop, dat wij bij de bordeaux-roode kleur der worteltoppen te doen hebben met den invloed van het licht en daarom werd aan de tweede vraag:

„Is de bordeaux-roode kleur der suikerrietwortels een normaal dan wel een ziekelijk verschijnsel?"

vooreerst de volgende vorm gegeven:

„Kunnen wij met zekerheid bewijzen, dat de bordeaux-roode kleur der suikerrietwortels veroorzaakt wordt door het licht?"

Ter beantwoording dezer vraag heb ik de volgende proeven genomen. [17])

Proef No. 1.

Op 6 October 1889 plantte ik 30 kleine bibits met 2 à 3 spruitoogen in 30 met zand [18]) gevulde bloempotten en wel zóó, dat ze precies horizontaal lagen en slechts met een weinig zand aan de oppervlakte waren bedekt. Omdat ze reeds voor 4 dagen waren afgesneden, werden ze 24 uur van te voren in water gelegd. De worteloogen dezer bibits waren niet rood gekleurd. De met eene glasruit bedekte potten bleven op eene heldere, maar niet direct aan de zon blootgestelde plaats tot 12 October staan, waarbij natuurlijk de verdampte hoeveelheid vocht op behoorlijke wijze werd aangevuld.

Op 12 October werden de 30 bibits uit de 30 potten genomen, van het zand bevrijd door ze voorzichtig met water af te spoelen en vervolgens onderzocht.

---

[17]) Ik geef eene nauwkeurige beschrijving mijner proeven, om zoodoende iedereen in staat te stellen, om 1e de juistheid mijner proefnemingen en de daaruit opgemaakte gevolgtrekkingen te controleeren en 2e de proeven zelf te herhalen, als er belang in gesteld wordt. Van al mijne proeven geef ik in deze verhandeling slechts die resultaten op, welke betrekking hebben op de vraag naar de bordeaux-roode kleur van den suikerrietwortel.

[18]) Bij al mijne potcultuur-planten heb ik zand gebruikt, omdat dit gemakkelijker dan andere soorten grond van de wortels kan afgespoeld worden.

De resultaten waren de volgende:

1) Al de wortels der 30 bibits tot op ca. 10 mm. diepte hadden bordeaux-roode toppen. Dit geldt evenwel niet zonder uitzondering. Geene roode toppen namelijk hadden die wortels gekregen, die noch met hunnen top de oppervlakte van het zand bereikten. noch uit worteloogen te voorschijn kwamen, welke laatsten ten minste van tijd tot tijd aan het licht waren blootgesteld. De in fig. 8 door **a** aangeduide wortels hebben roode toppen, omdat bij het begieten het bovenste gedeelte van de bibit (tot de witte streep) van het zand ontbloot en daarom door het licht was beschenen. De door **b** aangeduide wortel is rood gekleurd, omdat die de zand-oppervlakte had bereikt; de wortels **c c** daarentegen zijn niet rood, niettegenstaande ze zich niet meer dan 10 mm. diep in het zand bevonden, omdat geene der beide genoemde veronderstellingen opging. Ieder van de 30 bibits toonde in principe dezelfde verhouding, als die, welke door fig. 8 aanschouwelijk is gemaakt. [19])

2) De roode kleur was het meest intensief bij die worteltoppen, die zich het meest aan de oppervlakte bevonden, en hare intensiteit verminderde naar mate de worteltoppen dieper lagen.

(18 van de 30 voor deze proef gebruikte bibits werden verder voor de proeven 2 en 3 gebezigd)

Proef No. 2.

10 van de 30 worteldragende bibits, bij proef No. 1 gebruikt, werden op 12 October 1889 in 10 met zand gevulde bloempotten gelegd en wel omgekeerd, zoodat de wortels met rood geworden toppen naar beneden en die met niet rood geworden toppen naar boven kwamen te staan.

Op 17 October, dus na 5 dagen, werden de wortels gewasschen en onderzocht. De resultaten van het onderzoek waren de volgende:

1) De wortels, die vroeger eene roode kleur

---

[19]) De figuur is natuurlijk slechts schematisch geteekend en de roode kleur is eenvoudigheidshalve door zwarten druk aangeduid.

vertoonden, hadden bij den verderen groei deze kleur verloren, terwijl de wortels met een niet rood gekleurden top, die zich nu in de nabijheid der oppervlakte bevonden, bij den verderen groei thans roode toppen hadden gekregen en de bordeaux-roode kleur was hier het meest intensief bij die worteltoppen, welke geheel aan de oppervlakte waren gekomen. Op eene diepte, grooter dan 10 mm, was met zekerheid geen roode top te vinden, en bij deze ook slechts dan, als de worteltoppen de oppervlakte hadden bereikt, dus door het licht waren beschenen en vervolgens weer in de diepte waren gegroeid.

2) Een gedeelte der wortels bevond zich bij het begin der proef boven de zandvlakte. Deze hadden eene kromming gemaakt en waren zoodoende weer in het zand gegroeid. [20]) Het gekromde gedeelte, dat natuurlijk aan de oppervlakte bleef, toonde aan den naar het licht toegekeerden kant eene intensief bordeaux-roode kleur.

Proef No. 3.

8 van de worteldragende bibits, die bij proef No. 1 waren verkregen, werden op 12 October omgekeerd geplant (zooals bij proef No. 2), in 8 met water gevulde glazen gelegd, zoodat bijna alle wortels zich beneden de oppervlakte van het water bevonden. 4 van deze glazen werden met eene glazen plaat bedekt en aan het licht (maar niet aan het directe zonlicht) blootgesteld; aan de 4 overige werd door zwarte blikken bussen het licht geheel ontnomen.

Op 17 October werd de proef geeindigd; de resultaten waren de volgende:

1.) Van de weinige wortels, waarvan de niet

[20]) Ik laat in deze verhandeling de vraag onbeantwoord, of hierbij geotropisme, heliotropisme dan wel hydrôtropisme tezamen hebben gewerkt of niet (zie bladz. 3 tot 6).

rood geworden toppen zich boven de oppervlakte van het water bevonden, waren alle toppen, op een enkelen na, afgestorven. Deze eene wortel aan een bibit in een verlicht glas, had een top met duidelijk roode kleur.

2.) De wortels, die zich in het water bevonden, groeiden niet verder, maar begonnen zelfs later, niettegenstaande het water dagelijksch werd vernieuwd, alle te verrotten, en zoowel van de wortels, waaraan het licht was ontnomen als van die, welke aan het licht blootgesteld waren, had geen enkele, van te voren niet rood geworden wortel, op het einde der proef eene roode kleur aan den top aangenomen.

3.) Bij de op den bodem der glazen zich bevindende, oorspronkelijk met rood geworden toppen voorziene wortels, had de intensiteit blijkbaar afgenomen. Daar evenwel later reeds verrotting was ingetreden, kon niet met zekerheid worden vastgesteld, of er nog wel eene roode kleur voorhanden was. [21])

Proef No. 4.

Op 12 October werden in 4 ca. 40 cm. hooge met zand gevulde potten 32 bibits met 2 à 3 spruitoogen geplant. De worteloogen waren niet rood gekleurd. In iederen pot werden horizontaal 8 bibits gelegd, en wel 3 op den bodem van den pot, 3 in het midden en 2 aan de oppervlakte. Met glasruiten bedekt, bleven de 4 potten tot 19 October, dus 7 dagen, aan het indirecte zonlicht blootgesteld.

Op dezen dag werden de bibits onderzocht. De uitkomst was:

Al de bibits hadden talrijke ca. 1 à 5 cm. lange wortels gevormd. Alle wortels van de bibits, die in het midden of op den bodem lagen, hadden geen roode toppen, wel daarentegen al die

[21]) Wij zien uit de resultaten, dat de proef eigenlijk mislukt was; toch heb ik ze medegedeeld, omdat ook deze negatieve uitkomsten in staat zijn, om ons ophelderingen te geven, zooals wij later zullen zien.

wortels van de bovenliggende bibits, waarvan de toppen niet dieper in het zand lagen, dan ongeveer 10 mm. Hiervoor gelden evenwel weer dezelfde veronderstellingen, zooals bij proef No. 1 opgegeven.

Proef No. 5.

Op 15 October 1889 plantte ik 20 bibits, ieder met één spruitoog, in horizontale ligging in 20 kleine, met zand gevulde potten en wel zóó, dat alle bibits slechts met zeer weinig zand bedekt waren. De worteloogen hadden geen roode kleur.

A. 10 van deze potten werden door 10 zwarte blikken bussen aan het licht onttrokken en in de badkamer gezet;

B. 5 potten werden, met glasruiten bedekt, er naast gezet en blootgesteld aan diffuus licht;

C. 5 potten stonden met glasruiten bedekt vóór de badkamer en waren aan het daglicht, van tijd tot tijd zelfs aan het directe zonlicht, blootgesteld.

De resultaten van het onderzoek, gedaan op 19 October, dus na 4 dagen, waren de volgende:

A. De wortels van de bibits uit de 10 verdonkerde potten hadden eene lengte tot 40 mm. bereikt; geen enkele toonde eenig spoor van eene roode kleur.

B. De wortels van de bibits, uit de 5 aan diffuus licht blootgestelde potten, hadden eene lengte tot 25 mm. bereikt; de tot op 10 mm. diep gelegen worteltoppen waren bijna alle bordeaux-rood gekleurd, en van deze de geheel aan de oppervlakte liggende van eene intensief roode kleur; de meeste der 10 tot 25 mm. lange, op eene diepte van ca. 35 tot 50 mm. zich bevindende worteltoppen [22]) vertoonden geen spoor van eene roode kleur.

---

[22]) Daar de bibit eene doorsnede had van 25 mm., zoo zat de top van een aan zijn onderkant groeienden 25 mm. langen wortel natuurlijk 50 mm. diep in den grond, enz.

C. De wortels der bibits uit de 5 aan het zonlicht blootgestelde potten waren tot 40 mm. lang. De geheel aan de oppervlakte liggende worteltoppen waren buitengewoon intensief bordeaux-rood; geen van de worteltoppen, aangenomen, dat de bij proef No. 1 genoemde veronstellingen opgingen, was geheel kleurloos, zelfs die niet, welke zich op eene diepte van ca. 65 mm. bevonden. Wel was de roode kleur bij de zoo diep liggende toppen slechts zeer gering. Bovendien was de geheele oppervlakte van enkele, op het zand kruipende wortels intensief bordeaux-rood.

(De 5 bibits van proef No. 5 B. werden verder gebruikt voor proef 6, de 10 van proef No. 5 A. voor proef 7.)

Proef No. 6.

De 5 worteldragende bibits van proef No. 5 B, die aan diffuus licht waren blootgesteld en waarvan de meer aan de oppervlakte van het zand liggende worteltoppen eenigszins rood waren, werden op 19 October 1889 omgekeerd in de potten overgeplant, zóódat de roode toppen naar beneden kwamen.

Op 22 October werd één bibit eruit genomen en onderzocht. Het bleek, dat de worteltoppen nog rood waren, maar een verdere groei scheen sedert het omkeeren niet te hebben plaats gehad.

Op 25 October, dus na 6 dagen, werden de 4 andere bibits onderzocht en wel met het volgende resultaat:

1) Al de toppen, die van te voren geen roode kleur hadden en die door omkeering waren naar boven komen te staan en bij den verderen groei in de naaste nabijheid der oppervlakte waren gebleven, hadden min of meer eene zwaar bordeaux-roode kleur gekregen.

2) Al de diep in den grond zich bevindende wortels, waarvan een gedeelte vóór 6 dagen een intensief roode kleur hadden, waren in de diep-

te gegroeid en hadden hunne roode kleur verloren. [23])

Proef No. 7.

De 10 worteldragende bibits van proef No. 5 A, die geheel aan het licht waren onttrokken en geen spoor eener roode kleur toonden, werden op 19 October 1889 in een ca. 80 cm. hoog en ca. 20 cm. breed met zand gevuld glas gelegd. 4 ervan lagen geheel op den bodem, 3 in het midden en 3 aan de oppervlakte, alle horinzontaal tegen den glaswand aan en zonder omgekeerd te zijn.

Omdat door onoplettendheid van een Javaan het zand eens te vochtig gemaakt was, begonnen de in het midden en op den bodem liggende bibits te verrotten. Die, welke aan de oppervlakte waren gelegd, hadden hunne wortels verder ontwikkeld en wel op 15 November tot eene lengte van 40 cm.

Op dien dag werd het volgende waargenomen:

Bij de proefneming was het eigenlijk mijne bedoeling om de worteltoppen zoowel over dag als des nachts na te gaan; dit gelukte evenwel niet, omdat ze gedeeltelijk verkozen, naar binnen en niet langs den glaswand verder te groeien.

Over het algemeen toonde de proef alleen aan, dat overal, waar de wortels met hunne oppervlakte tegen den glaswand lagen, deze verlichte en waar te nemen oppervlakte, tot eene diepte van 10-15 cm. van de oppervlakte van het zand afgerekend, altijd eene bordeaux-roode kleur hadden. Die wortels, welke niet onmiddellijk tegen den glaswand, maar meer naar binnen lagen, kregen geene roode kleur. In diepere lagen waren de wortels niet gekleurd.

Omdat de wortels wegens te veel vochtigheid hier begonnen te kwijnen, ben ik geneigd te veronderstellen, dat een abnormale groei de oorzaak is, dat zich de roode kleur in de diepere lagen niet vertoonde. [24])

---

[23]) De verklaring, waarom de roode kleur bij den verderen groei van den wortel verloren ging, zal ik in den loop dezer verhandeling geven.

[24]) Voor deze proef geldt gedeeltelijk hetgeen in aanmerking 21 is gezegd.

Proef No. 8.

Op 19 November 1889 werden in het midden van 2, ca. 80 cm. hooge en ca. 20 cm. breede en met matig vochtig rivierzand gevulde glazen bibits paarsgewijze horizontaal gelegd en wel zóó, dat de later te voorschijn komende wortels onmiddellijk tegen den binnenwand van het glas moesten uitschieten. De glazen werden met eene glazen plaat bedekt en tot 20 December aan het licht onttrokken, vervolgens echter aan het diffuse daglicht blootgesteld.

De resultaten der waarneming tot 25 December waren de volgende:

De wortels waren tot 15 cm. lang geworden. Zoo lang ze in het donker waren gehouden, vertoonden ze geen spoor eener roode kleur. Nadat evenwel het glas aan het licht was blootgesteld, vertoonden vele aan de binnenwand van het glas zich bevindende wortels aan hunne oppervlakte eene bordeaux-roode kleur en hetzelfde verschijnsel deed zich voor bij 7 binnen de 5 dagen langs den binnenwand van het glas gegroeide worteltoppen, en wel onverschillig, of ze zich in de nabijheid van de oppervlakte van het zand, dan wel diep beneden in het glas bevonden.

Daarentegen waren weder die wortels, welke niet onmiddellijk tegen den wand van het glas, maar meer naar binnen lagen, zonder roode kleur.

Proef No. 9.

Op 22 November 1889 plantte ik eene krachtige bibitplant, die van den grond af tot de uiterste punt van het hoogste blad ca. 1 m. hoog was, uit een grooten pot over in een ca. 80 cm. hoog en 20 cm. breed glas, dat gevuld was met vochtig rivierzand. De wortels had ik van te voren grootendeels afgesneden, omdat ik het geheele weelderige wortelstelsel niet in het glas kon overbrengen. De hoofdspruit had ik eveneens weggesneden, omdat anders

de overgebleven wortels in het begin de geheele plant niet zouden hebben kunnen voeden, een oudere zijspruit en drie zeer jonge bleven bewaard. Het glas met de plant werd aan het directe zonlicht blootgesteld.

Het resultaat der tot 21 December loopende waarnemingen was het volgende:

De geheele 80 cm. hooge binnenwand van het glas was op dien dag van boven tot beneden met wortels bedekt, waarvan de oppervlakten dikwijls eene intensief bordeaux-roode, dikwijls slechts eene geringe en soms in 't geheel geene roode kleur hadden. Eene oorzaak voor de verschillende wijzen, waarop zij zich gedroegen, was niet te ontdekken, maar waarschijnlijk verkeerden de wortels in kwestie in niet normale omstandigheden. Wortels, die niet onmiddellijk tegen het glas aan lagen, hadden aan hunne oppervlakte (evenals bij proef 7 en 8) geene roode kleur. Vele worteltoppen waren van buiten af zichtbaar en deze waren alle intensief bordeaux-rood; die, welke iets meer naar binnen waren gegroeid, waren wel is waar niet zóó rood, maar toch nog duidelijk gekleurd.

Proef No. 10.

Op 6 Januari 1890 liet ik een bibit met twee spruitoogen in vertikalen stand in zand kiemen. Nadat het bovenste oog was ontkiemd, plantte ik de bibit in een glas, dat driemaal daags op nieuw met gedistilleerd water werd gevuld en aan het directe zonlicht was blootgesteld.

Wijl de jonge plant niet groeien wilde, verving ik op 29 Jan. het gedistilleerde water door eene oplossing van voedingstoffen [25])

[25]) Bij al mijne watercultures gebruik ik een mengsel van oplossingen van de volgende zouten: Kaliumnitraat, Calciumnitraat, Dikaliumphosphaat, Magnesiumsulfaat en IJzerchloride. Meer hierover in de reeds in aanm vermelde verhandeling.

Omdat de bibit begon te gisten, sneed ik op 4 Februari de jonge spruit af en cultiveerde die afzonderlijk verder in eene oplossing van voedingsstoffen.

Op 11 Februari was het resultaat het volgende:

Alle wortels van de spruit (stamzijwortels en bijwortels) waren van de basis af aan hunne oppervlakten bordeaux-rood gekleurd. De intensiteit der kleur nam, naar den top toe, regelmatig af en verdween geheel, op een afstand van minstens 1 cm. van den worteltop. Daarentegen was deze laatste steeds intensief bordeaux-rood, zonder dat naar boven eene kleurvermindering plaats had.

Door ontledingsproducten, die de bibit had afgezonderd, hadden de wortels der spruit blijkbaar geleden; ze groeiden ook slecht, nadat de bibit verwijderd was en tevens werd de roode kleur zwakker en gedeeltelijk geheel vernield.

Aan deze laatste proef sluiten zich de waarnemingen aan, die ik bij mijne watercultuurproeven heb genomen. Het wortelstelsel van het riet, dat door mij in opgeloste voedingstoffen wordt gecultiveerd, bevindt zich in ondoorzichtige vaten („kentong"), maar de afsluiting van het invallende licht is gebrekkig, zoodat dit eenigszins in het bovenste gedeelte der vaten kan doordringen. Aangaande de bordeaux-roode kleur der wortels hebben mijne waarnemingen mij er toe geleid, het volgende te kunnen constateeren:

1) Alle diep in de vaten gedoken worteltoppen hebben geen roode kleur.

2) Alle worteltoppen, die zich aan of boven de oppervlakte van het water bevinden, zijn intensief bordeaux-rood.

3) De intensiteit van het bordeaux-rood wordt naar beneden zwakker, naarmate de lichtsterkte afneemt.

4) Overal, waar de worteloppervlakten met het

licht onmiddellijk in aanraking komen, zijn ook deze bordeaux-rood gekleurd, maar de kleur der oppervlakte is gewoonlijk in het water niet zoo intensief, als in de lucht.

5) In de diepere lagen van de vloeistof, waar de oppervlakten der wortels niet meer gekleurd worden, nemen de worteltoppen die kleur nog steeds aan.

Laten wij ons verder de feiten herinneren, die ik in het begin van dit II[e] gedeelte mijner verhandeling reeds heb aangehaald of ten minste aangestipt.

1) Overal, waar in de tuinen wortels uit den grond te voorschijn komen, kan men de bordeaux-roode kleur der worteloppervlakten resp. worteltoppen, waarnemen. in de veronderstelling, dat de wortels niet zijn blootgelegd door afspoeling, maar naar de oppervlakte zijn gegroeid en bovendien in jeugdigen en gezonden toestand verkeeren.

2) Alle worteloogen aan oudere stokken, die onmiddellijk of door de bladscheede heen licht hebben ontvangen, zijn bordeaux-rood gekleurd, ten minste, wanneer de wortels de als ziekteverschijnsel te beschouwen kleur van orange- tot vermilloenrood nog niet hebben aangenomen.

3) Alle luchtwortels, die onder abnormale omstandigheden ontstaan en langs den stok naar beneden groeien, hebben bordeaux-roode toppen even als de naar het licht toegekeerde zijden, maar weer onder de boven vermelde voorwaarden.

4) Zelfs worteloogen, die nog geheel door de bladscheede bedekt zijn, kunnen roode toppen hebben, terwijl ik aan uitgespreide wortels, die zich nog binnen de bladscheede bevonden, nooit

kon waarnemen, dat hunne oppervlakten eene roode kleur hadden.

Alvorens gevolgtrekkingen te kunnen maken uit de voorafgaande proeven en waarnemingen, dienen wij de volgende vraag te beantwoorden:

Hoe is het te verklaren, dat worteltoppen, die zich tot eene diepte van 65 mm. onder de oppervlakte van den bodem bevonden (zie: proef No. 6 e. a.) nog duidelijk rood gekleurd kunnen zijn, daar immers het licht onmogelijk tot zulk eene diepte in de aarde kan doordringen?

Proef No 6 heeft ons doen zien, dat rood gekleurde worteltoppen hunne kleur na 6 dagen verloren hadden. Nu bestaat er evenwel ten gevolge van dit resultaat geen reden, om aantenemen, dat de kleur der worteltoppen niet nog langer kan blijven bestaan.

Om hieromtrent opheldering te krijgen, nam ik verder eene reeks van proeven, van welke ik slechts de volgende in hun geheel mededeel.

Proef No. 11.

Ik plantte in groote potten, die met rivierzand waren gevuld, bibits van de volgende 3 variëteiten, en wel 2 bibits in iederen pot. De 3 variëteiten zijn:

a) Teboe Loethers van Mauritius (de kleur der bibits was groen),

b) Teboe Soerat van Java, Gempolkerep (de kleur der bibits was roodachtig-groen met roode strepen),

c) Teboe Rapoe van Sumatra, Kroë (de kleur der bibits was donkerrood).

Iedere bibit had twee knoopen en werd zóó diep vertikaal in den grond gestoken, dat de onderste knoop zich 15 tot 20 cm. beneden de oppervlakte van den bodem bevond; het was dus zeker, dat geen spoor van zonlicht de onderste worteltoppen kon bereiken.

Ik had bibits uitgezocht, waarvan de worteloogen roode

toppen hadden. De intensiteit der roode kleur was in overeenstemming met de intensiteit der kleur van den stok; ze was dus het geringst bij *Teboe Loethers*, het grootst bij *Teboe Rapoe*.

De bibits werden op 24 Februari geplant, het onderzoek had plaats op 5 Maart, dus na 9 dagen.

Het resultaat luidt aldus:

Bij alle drie variëteiten hadden vele van de wortels, die zich op eene diepte van 15 tot 20 cm. in den grond bevonden, een rood gekleurden top. De kleur was over het algemeen het meest intensief bij de donkerroode bibits (*T. Rapoe*), het minst bij de groene (*T. Loethers*). De wortels der drie variëteiten hadden eene lengte van 1 tot 10 cm. en het bleek, dat de intensiteit ook afhankelijk was van de lengte der wortels: hoe korter de wortel, des te sterker rood zijn top. [26])

De proef werd verscheiden malen herhaald en het resultaat was in hoofdzaak steeds hetzelfde.

Ik veranderde toen de proef zoodanig, dat ik bibits met intensief roode worteltoppen op vochtig zand legde en wel zóó, dat de toppen het zand maar even raakten. Ik zorgde voor volkomen afsluiting van het licht, als ook, dat de worteltoppen niet in het zand doordrongen, door de bibit iederen dag 's morgens, 's middags en 's avonds op te tillen en de worteltoppen weer maar even met de vochtige zandoppervlakte in aanraking te brengen. Deze manipulatie had ten doel, dat ik ten allen tijde de toppen zou kunnen onderzoeken, zonder gevaar te loopen, hen te beschadigen.

Op deze wijze constateerde ik, dat de worteltoppen bij voortdurenden groei in vochtige lucht zelfs tot 14 dagen toe, naar gelang der omstandigheden, nog hunne roode kleur kunnen behouden, al is deze ten slotte beperkt tot de uiterste punt van den top.

[26]) De van den bovensten knoop uitloopende wortels, waarvan de toppen zich 1 tot 3 cm. onder de oppervlakte van het zand bevonden, gedragen zich met het oog op de intensiteit der kleur evenals de dieper in den grond liggende.

Hetzelfde resultaat verkreeg ik, als ik de planten, waarvan de wortels roode toppen hadden, in eene oplossing van voedingstoffen cultiveerde en haar wortelstelsel aan het licht onttrok.

Maar zoowel deze als ook de proeven met bibits, waarvan de worteltoppen niet in het zand doordrongen, komen voor de beantwoording van onze vraag minder in aanmerking. In elk geval leert ons het door mij herhaaldelijk bevestigd gevonden resultaat van proef No. 11, dat de worteltoppen bij den verderen groei in den grond zelfs 9 dagen lang hunne bordeaux-roode kleur kunnen behouden, al zijn ze geheel aan het licht onttrokken.

Stellen wij ons nu bibits voor, die geplant zijn, zooals b. v. bij proef 1, zoodat dus de het meest naar boven liggende worteloogen het meest intensief verlicht worden, dan is het duidelijk,

1) dat ook de toppen dezer worteloogen de meest intensief roode kleur kregen,

2) dat de wortels, uit deze oogen te voorschijn gekomen ook het langst hunne roode toppen behielden.

Op deze wijze kunnen wij, op grond van proef No. 11 zeer goed begrijpen, waarom wij — zooals bij proef No. 6 — zelfs nog op eene diepte van 65 mm. bordeaux-roode toppen vonden, al weten wij, dat het zonlicht niet in staat is, zoo diep in den grond te dringen.

Aan de vraag, hoe lang de bordeaux-roode worteltoppen hunne kleur kunnen behouden, sluit zich van zelf de volgende vraag aan:

Wat is de kortst mogelijke tijd, warin onder gunstige omstandigheden een kleurlooze rietwortel de roode kleur kan aannemen?

Ter beantwoording dezer vraag deed ik in de eerste plaats:

Proef No. 12.

Eene jonge bibitplant, door mij in een glas gekweekt, dat met opgeloste voedingstoffen gevuld en geheel aan het licht

was onttrokken, vertoonde aan hare worteltoppen geen spoor eener roode kleur. Op 22 Februari 1890, 's morgens te 6 uur verwijderde ik het donker makend omhulsel, zoodat van af dit oogenblik ook het wortelstelsel was verlicht. Van den krachtigsten wortel werd de lengte gemeten van af het begin der proef.

Deze wortel was:

den 22sten Febr., 's avonds te 6 uur 6,5 mm lang. de top was geheel kleurloos gebleven;
„ 23 „ „ 's morgens „ 6 „ 11,0 „ „ „ „ „ „ „ „
„ 23 „ „ 's avonds „ 6 „ 17,0 „ „ „ „ „ „ „ „
„ 24 „ „ 's morgens „ 6 „ 25,0 „ „ „ „ gering, maar duidelijk waarneembaar gekleurd.
„ 24 „ „ 's avonds „ 6 „ 30,0 „ „ „ „ was intensief rood!

In dit geval dus was de tot ongeveer 25 mm. uitgegroeide wortel na 2½ dag begonnen zich te kleuren. en de kleur was na 3 dagen bij een groei van 30 mm. intensief rood.

Na deze proef nam ik de belangrijke proef No. 13. Ik rekte deze proef zooveel mogelijk; de aanleiding daarvoor was het frappeerende verschijnsel, dat bij proef No. 12 de wortel gedurende den **nacht** was begonnen rood te worden!

Proef No. 13.

In vertikale richting plantte ik tal van bibits, waarvan de worteloogen geen spoor eener roode kleur toonden, ca. 30 cm. diep in den grond. Om zeker te zijn, dat hoegenaamd geene roode kleur aanwezig was, onderzocht ik een gedeelte der bibit ook mikroskopisch en ik vond daardoor het resultaat bevestigd, dat ik bij het onderzoek met het bloote oog verkregen had. Na wortel te hebben geschoten, werden de bibits uit den bodem genomen. Geen wortel vertoonde eene roode kleur. Ik koos 7 van krachtige wortels voorziene bibits uit en bepaalde de lengte der wortels, door ze nauwkeurig op 5 Maart 1890 's voormiddags te 10 uur te meten. Vervolgens werden de 7 bibits dadelijk in vertikale richting in 7 met uitgekookt rivierzand gevulde potten geplant en wel zóó, dat de worteltoppen zich 1 tot 3 mm. boven de door gedistil-

leerd water meer dan voldoende vochtig gehouden zandoppervlakte bevonden. De potten werden met glasplaten bedekt en aan het **felle** zonlicht blootgesteld.

Denzelfden dag om 4 uur, dus reeds na 6 uren, was bij haast alle worteltoppen duidelijk eene roode kleur waartenemen, maar de kleur was niet intensief, maar dof en bleef zoo tot zonsondergang; de oppervlakten van de wortels waren alle kleurloos.

Den anderen morgen om 5 ½ uur waren alle 's avonds te voren dofrood gekleurde worteltoppen zeer intensief bordeaux-rood gekleurd en vele wortels vertoonden op de oppervlakten, die naar het licht toegekeerd waren, eene doffe maar duidelijke roode kleur.

Welk verband er tusschen de roode kleur en den groei van den worteltop bestaat, blijkt uit de volgende tabel:

(ZIE PAG. 32!)

Lengte van den wortel

	op 5 Maart '90 's morgens om 10 uur:	op 5 Maart '90 's middags om 4 uur:	op 6 Maart '90 's morgens om 5½ uur:
Bibit I, wortel 1:	24,0 mm. niet rood.	26,0 mm. Bleekrood.	29,0 mm. Intensief rood.
〃 2:	44,0 mm. 〃 〃	47,0 mm. 〃 〃	50,5 mm. 〃 〃
〃 3:	27,0 mm. 〃 〃	30,0 mm. 〃 〃	33,0 mm. 〃 〃
〃 4:	18,0 mm 〃 〃	22,0 mm. 〃 〃	25.0 mm. 〃 〃
〃 5:	30,0 mm. 〃 〃	32,5 mm. 〃 〃	34,0 mm. 〃 〃
〃 6:	38,0 mm. 〃 〃	40,5 mm. 〃 〃	42,0 mm. 〃 〃
〃 7:	51,0 mm. 〃 〃	53,0 mm. 〃 〃	55,5 mm. 〃 〃
Bibit II, wortel 1:	**11,5** mm. 〃 〃	**12,0 mm. Niet rood.**	**12,0 mm. Niet rood.**
〃 2:	**21,0** mm. 〃 〃	**22,0** mm 〃 〃	**22,0 mm. Niet rood.**
〃 3:	42,0 mm. 〃 〃	46,0 mm. Bleek rood.	48,0 mm. Intensief rood,
〃 4:	33,0 mm. 〃 〃	35,0 mm. 〃 〃	40,5 mm. 〃 〃
Bibit III, wortel 1:	7,0 mm. 〃 〃	10,0 mm. 〃 〃	13,0 mm. 〃 〃
〃 2:	33,0 mm 〃 〃	37,0 mm. 〃 〃	43,0 mm. 〃 〃
〃 3:	46,0 mm. 〃 〃	51,0 mm. 〃 〃	54,0 mm. 〃 〃
〃 4:	38,0 mm. 〃 〃	41,0 mm. 〃 〃	42,5 mm. 〃 〃
〃 5:	32,0 mm. 〃 〃	35,0 mm. 〃 〃	37,5 mm. 〃 〃
Bibit IV, wortel 1:	20,0 mm. 〃 〃	23,0 mm. 〃 〃	26,0 mm, 〃 〃
〃 2:	30,0 mm. 〃 〃	32,0 mm. 〃 〃	34,5 mm. 〃 〃
〃 3:	37,5 mm. 〃 〃	40,5 mm. 〃 〃	42,5 mm. 〃 〃
Bibit V, wortel 1:	6,5 mm. 〃 〃	9,5 mm. 〃 〃	13,0 mm. 〃 〃
〃 2:	55,0 mm. 〃 〃	56,5 mm. 〃 〃	60,0 mm. 〃 〃
〃 3:	**34.5** mm. 〃 〃	**34,5 mm. Niet rood**	**34,5 mm. Niet rood.**
〃 4:	21,0 mm. 〃 〃	23,5 mm. Bleek rood.	26,0 mm Intensief rood.
〃 5:	17,0 mm. 〃 〃	19,5 mm. 〃 〃	23,5 mm. 〃 〃
Bibit VI, wortel 1:	44,0 mm 〃 〃	47,0 mm. 〃 〃	51,5 mm. 〃 〃
〃 2;	**12.5** mm. 〃 〃	**12,5 mm. Niet rood.**	**13,0 mm. Niet rood.**
〃 3:	27,0 mm. 〃 〃	29,5 mm. Bleek rood	33,0 mm. Intensief rood.
〃 4:	16,0 mm. 〃 〃	18,0 mm. 〃 〃	20,0 mm. 〃 〃
〃 5:	7,5 mm. 〃 〃	9,5 mm. 〃 〃	13,0 mm. 〃 〃
〃 6:	**7,5** mm. 〃 〃	**8,0 mm. Niet rood.**	**10,0 mm Bleek rood.**
Bibit VII, wortel 1:	6,5 mm. 〃 〃	9,5 mm. Bleek rood.	14.0 mm. Intensief rood.
〃 2:	47,5 mm. 〃 〃	49,0 mm. 〃 〃	52,5 mm. 〃 〃
〃 3:	36,0 mm. 〃 〃	39,5 mm. 〃 〃	41,5 mm. 〃 〃
〃 4:	20,0 mm 〃 〃	23,0 mm. 〃 〃	26,5 mm. 〃 〃
〃 5:	24,5 mm. 〃 〃	26,5 mm. 〃 〃	29,0 mm. 〃 〃
〃 6:	10,0 mm. 〃 〃	11,5 mm. 〃 〃	14,0 mm. 〃 〃
〃 7:	49,5 mm. 〃 〃	52,0 mm. 〃 〃	56,0 mm. 〃 〃
〃 8:	11,0 mm. 〃 〃	15,0 mm. 〃 〃	20,5 mm. 〃 〃

Deze proef leert ons het volgende:

1) De roode kleur kan reeds na 6 uren optreden en reeds binnen 24 uren intensief zijn.

2) De roode kleur vertoont zich niet, als de groei stilstaat of zeer gering is.

Dat de wortels 1 en 2 van bibit II, 3 van bibit V en 2 van bibit VI niet opmerkelijk waren gegroeid, bleek, zonder dat ze gemeten werden, reeds daaruit, dat ze geene kromming naar beneden hadden gemaakt en dus niet, zooals de anderen, met hunnen top meer den bodem waren genaderd.

3) **De proef toont het verrassende feit, dat de roode kleur gedurende den nacht intensief wordt!** Schijnbaar dus leert ons deze proef, in tegenstelling met alle overigen, dat het licht niet noodzakelijk is om de bordeaux-roode kleur der suikerriet-wortels te voorschijn te roepen!

Wij zullen beproeven, deze schijnbare tegenstrijdigheid op te helderen.

Het is in de planten-physiologie geen onbekend verschijnsel, dat het zonlicht in staat is, nog nawerking op een plantenorgaan uit te oefenen. Ter verklaring hiervan zal ik een voorbeeld aanhalen.

Zooals bekend is, hebben vele bladeren de eigenschap, een zoogenoemden „dag-" en een „nachtstand" aan te nemen; d. i. zij openen zich 's morgens vroeg, blijven over dag open en sluiten zich weer 's avonds, een verschijnsel, dat zich vooral bij ons in de tropen voordoet en gemakkelijk waartenemen is.

Het is stellig bewezen, dat deze beweging der bladeren door het zonlicht wordt veroorzaakt. Maar men heeft ook verder bewezen, dat zulke planten, als ze aan het zonlicht worden onttrokken, 's morgens vroeg beproeven hunne bladeren te ontvouwen, ook al worden ze door geen zonnestraal beschenen. Men noemt dit opvallende verschijnsel eene „nawerking van het licht."

Aan zulk eene „nawerking van het licht" nu moet men ook onwillekeurig denken, als wij een blik werpen op de tabel, gevoegd bij proef No. 13. Uit alle overige proeven blijkt noodwendig, dat het zonlicht de

oorzaak is van de bordeaux-roode kleur der suikerriet-wortels en daarom moet ook het zonlicht — hoe paradox het ook op het eerste oogenblik moge klinken — de gedurende den nacht te voorschijn gekomen roode kleur hebben veroorzaakt; aangezien echter de worteltoppen slechts tot 's avonds door het zonlicht werden beschenen, moet dit gedurende den nacht hebben nagewerkt.

Wanneer wij nu echter ook hier met recht van eene „nawerking van het licht" spreken, dan is toch daarmede geene eigenlijke verklaring gegeven, omdat wij ons niet zoo dadelijk kunnen voorstellen, hoe deze nawerking mogelijk is. Ik zal trachten, in het volgende de nawerking van het licht te verklaren, speciaal met het oog op het geval in kwestie.

Zonder twijfel hebben wij bij het ontstaan der bordeauxroode kleur der rietwortels te doen met een scheikundig proces, dat zich door toedoen van het zonlicht ontwikkelt. Scheikundige processen, door het licht veroorzaakt, zijn overbekend. Ik herinner slechts aan de ontleding van broomzilver, waarop de kunst van het photographeeren berust, verder aan het ontstaan van chlorophyll en van zetmeel in de cellen der planten. Het zetmeel ontstaat onder invloed van het licht uit koolzuur en water. Dáárvan echter kunnen wij zeker zijn, dat het product, hetwelk uit deze stoffen ontstaat, niet dadelijk zetmeel is, maar eene andere substantie, die door verdere scheikundige omzetting zetmeel oplevert.

Evenals bij het zetmeel kan dit ook het geval zijn bij de bordeaux-roode kleurstof, d. i. ook hier kan eerst eene zekere scheikundige verbinding ontstaan, die zich later in de bordeaux-roode kleurstof omzet.

Nemen wij nu aan, dat onder invloed van het licht in de wortelcellen van het suikerriet eerst eene kleurlooze substantie ontstaat, die langzamerhand zonder verdere medewerking van het licht verandert in de bordeaux-roode kleurstof, dan is voor het geval in kwestie de nawerking van het licht verklaard, d. i. wij weten dan, hoe het komt, dat wortels, die met het invallen van den nacht kleurloos waren, gedurende

den nacht eene bordeaux-roode kleur kunnen aannemen, resp. wij weten, waarom de kleur 's nachts intensiever kan worden.

De juistheid dezer hypothese is niet bewezen, maar ik weet niets, wat er tegen zou zijn; ook schijnt het moeilijk, daarvoor eene betere verklaring te vinden.

Al de resultaten mijner onderzoekingen met elkaar vergelijkende, kom ik tot de volgende stellingen:

I Het ontstaan van de bordeaux-roode kleur der worteltoppen en der worteloppervlakten van het gecultiveerde suikerriet is zonder twijfel afhankelijk van het licht.

II. Tusschen stamzijwortels en bijwortels bestaat geen verschil ten opzichte van de eigenschap, dat ze in het licht eene bordeaux-roode kleur aannemen.

III. Hoe sterker de intensiteit van het inwerkende licht is, des te grooter is ook de intensiteit der kleur.

IV. Zelfs weinig licht is in staat de worteltoppen rood te kleuren; de worteloppervlakten zijn minder gevoelig

V. Dat gedeelte van den wortel, dat het dichtst aan den eigenlijken top grenst, is niet rood, zoodra de wortel het eerste stadium van den groei achter zich heeft.

VI. De roode kleur komt in het licht eerst dan te voorschijn, wanneer de wortel groeit; dientengevolge is zij ook afhankelijk van alle factoren, die noodig zijn voor den groei van een plantenorgaan.

VII. Wordt aan een rooden worteltop het licht ontnomen, dan verliest deze bij den verderen groei allengskens zijne roode kleur, maar kan die, bij verderen groei in den bodem, ook dagen lang behouden.

VIII. Wortels, die onder abnormale omstandigheden groeien, nemen niet onvoorwaardelijk de bordeaux-roode kleur aan, maar kunnen, indien zij aanwezig is, die integendeel zelfs bij voldoend licht verliezen.

IX. Onder gunstige omstandigheden kunnen de worteltoppen reeds na 6 uren beginnen eene roode kleur aan te nemen.

X. Het zonlicht is in staat, door „nawerking" de bordeaux-roode kleur te voorschijn te roepen.

Tot nog toe hebben wij de vraag buiten rekening gelaten, of wel **alle** variëteiten [27]) van het echte suikerriet bordeaux-rood gekleurde wortels hebben. Voor de tot dusver medegedeelde proeven heb ik wel is waar zeer verschillende variëteiten gebruikt, maar haar aantal was toch nog gering in vergelijking met het groot aantal variëteiten, dat van het suikerriet bestaat.

Ik ben natuurlijk niet in de gelegenheid geweest, om alle

---

[27]) Ik gebruik hier het woord „variëteit" niet in botanisch-wetenschappelijken zin. Zooals ik reeds in mijne brochure „Over suikerriet uitzaad" (pag. 63) heb gezegd, is het met onze kennis der variëteiten van *Saccharum officinarum* vrij slecht gesteld. Wij hebben in onzen proeftuin te Semarang 343 zoogenoemde variëteiten, maar feitelijk zal slechts een klein gedeelte ervan den naam „variëteit" met recht verdienen! (Vlg. ook mijne kortelings verschenen brochure „Over de proeftuinen van ons station.")

variëteiten, die in de verschillende werelddeelen gevonden worden, te onderzoeken; het was mij niet eens mogelijk ten opzichte van alle zoogenoemde variëteiten, die in onzen proeftuin te Semarang aanwezig zijn, en wel daarom niet, omdat vele der ingevoerde variëteiten nog geen stok hadden gevormd, zoodat ik bij deze niet kon nagaan, of bordeaux-roode kleur aan de worteloogen aanwezig was, resp. geen bibit kon snijden, om de daaraan ontstaande wortels op de roode kleur te onderzoeken. [28]) Ik heb echter alle ter mijner beschikking staande variëteiten nauwkeurig onderzocht, en — iedereen zal het mij toegeven — het aantal der variëteiten, door mij voor de proeven gebruikt, is niet gering.

Proef No. 14.

Van elke der variëteiten, in de volgende lijst genoemd, werden op 11 en 12 Februari 1890 6 tot 10 bibits met één spruitoog gesneden en in onzen proeftuin verticaal in den grond geplant en wel zóó, dat de worteloogen onbedekt bleven.

De voor deze proef gebruikte variëteiten zijn de volgende: [29])

1	Cheribon.	Java.
2	Poetih.	〃 Passoeroean, Kedawong.
3	〃	〃 Japara, Bendokerep.
4	Soerat.	〃 Soerabaija, Gempolkerep.
5	Soerat Banteng.	〃 Japara, Pakkis.
6	Soerat Balie	〃 〃 〃
*7	Ardjoeno.	〃 〃 〃
8	Rapooh.	〃 〃 〃
9	Idjo.	〃 Soerabaija, Kaliwoengoe-Djombang.

[28]) De niet onderzochte variëteiten zijn vooral die, welke Dr. SOLTWEDEL ons van het schiereiland Malakka toezond. Ik zal niet nalaten, deze variëteiten later te onderzoeken.

[29]) Omtrent de beteekenis der nummers verwijs ik naar mijne gelijktijdig in druk zijnde brochure: „Over de Proeftuinen van ons station." De ontbrekende nummers zijn gedeeltelijk zulke, die volgens Dr. SOLTWEDEL niet tot *Saccharum officinarum L.* behooren en waarover ik in deze verhandeling nog mededeelingen zal doen (Nov. 11, 36, 37, 38, 138, 173 en 195), gedeeltelijk zijn het zulke, die tijdens de proefnemingen nog geen stok hadden gevormd (No. 18, 182 en 220).

10	Merah.	Hongkong
12	Merah.	Hawaii.
13	Idjo.	〃
14	〃	〃
15	Soerat.	〃
16	〃	〃
17	Soerat merah.	〃
19	Port Makaij.	〃
*20	Maroe.	Borneo.
21	Batoeng.	〃
22	Koening.	〃
23	Keong.	Java, Passoeroean, Kedawong.
24	Mangis.	〃 Madioen, Redjosarie.
25	Soerat Redjo.	〃 〃 〃
26	Gadjah.	Java, Djokja, Gondang Lipoeroe.
27	Mangis idjo.	〃 Semarang, Kendal.
28	Soerat Njamplong.	〃 〃 〃
29	Japara.	〃 〃 〃
30	Djamprik.	〃 〃 〃
31	Soerat.	〃 Soerabaija, Goedo.
32	Loethers.	Mauritius.
33	Branche blanche	〃
34	Port Makaij.	〃
35	Soerat.	〃
39	Monjet.	Java, Japara, Bendokerep.
40	Soerat item.	Borneo.
41	Merah.	Laboean
42	Djawa.	Sumatra, Palembang, Moesi Ilir.
43	Koewal.	〃 〃 〃 〃
44	Djoendjoeng.	〃 〃 〃 〃
45	Tadjam mata.	〃 〃 〃 〃
*46	Lingga.	〃 〃 〃 〃
47	Kerah.	〃 〃 〃 〃
48	Gading.	〃 〃 〃 〃
49	Itam.	〃 〃 〃 〃
50	Kapoer.	〃 〃 〃 〃
51	Lingga koering.	〃 〃 〃 〃

52	Goela.	Sumatra, Palembang, Moesi Ilir.
*53	Boeloer koering.	〃 Padangsche Benedenlanden, Ommelanden.
54	Soerat.	〃 〃 〃
55	Bajam.	〃 〃 〃
56	Boeloer.	〃 〃 〃
*57	Toengkei	〃 〃 〃
58	Kapoer.	〃 〃 〃
59	Djoendjoeng.	〃 〃 〃
60	Saska.	〃 〃 Priaman.
61	Kalamboewei.	〃 〃 〃
62	Sipadeh.	〃 〃 〃
63	Hitam.	〃 〃 〃
64	Riman.	〃 Atjeh, Edi.
65	Gading.	〃 〃 〃
66	Kama.	〃 〃 〃
67	Moeri.	〃 〃 〃
68	Gading.	〃 Tapanoeli, Si Lindoeng.
*69	Koeal.	〃 Benkoelen, Seloema.
70	Kemboeaij.	〃 〃 〃
71	Kikil.	〃 〃 〃
72	Riat tengang.	Borneo.
73	Senkoehoen.	〃
74	Hitam.	Sumatra, Palembang, Pasoemahlanden.
75	Tjina.	〃 Benkoelen, Passar Penjingahan.
76	Awie.	Sumatra, Lampongsche Districten, Telok Betong.
77	Koewel.	〃 〃 〃
78	Hitam.	〃 〃 〃
79	Andjieng.	〃 〃 〃
80	Nipah.	〃 〃 〃
81	Rapoe.	〃 〃 〃
82	Soerat.	〃 〃 〃
83	Awi.	〃 Benkoelen, Kroë.
*84	Mahnoe.	〃 〃 〃
85	Rapoe.	〃 〃 〃

86	Hapoei.	Sumatra, Bengkoelen Kroë
87	Belang.	〃 〃 Laïs.
88	Loegoet.	Java, Djokja, Kasoeran.
89	Liat.	Billiton, Tandjong Pandan.
90	Mendjalong.	〃 〃 〃
91	Hitam.	〃 〃 〃
92	Poetih	Timor.
93	Meera.	〃
94	Merah.	Celebes, Makassar.
95	Landjoeng.	Riouw.
96	Hanau.	〃
97	Manau.	Sumatra, Palembang, Pasoemah-Landen.
98	Idjo.	Riouw, Karimon.
99	Merah.	〃 〃
100	Tjoreng.	Sumatra, Padangsche Benedenlanden, Poeloe Tello.
101	Poetri.	Padangsche Bovenlanden, Kota Laboe.
102	Djoendjoeng.	〃 〃 〃
103	Kapoer.	〃 〃 〃
104	Gagak.	〃 〃 〃
105	Batoeng.	〃 〃 〃
106	Tjoerieng.	〃 〃 〃
107	Talang.	〃 〃 Oudagam.
108	Kapoer.	〃 〃 〃
109	Djoendjoeng.	〃 〃 〃
110	Hitam.	〃 〃 〃
111	Lamak.	〃 〃 〃
112	Bira.	〃 〃 Limapoeloeh kota
113	Bangsa.	〃 〃 〃
114	Pasin.	〃 〃 〃
115	Kikir andjing.	〃 〃 Poear Datar.
116	Kilang.	〃 〃 〃
117	Garei.	〃 〃 〃
118	Salangora.	〃 〃 〃
119	Rimon.	〃 〃 〃
*120	Betong.	〃 〃 Agam.

121	Sigei.	Padangsche Bovenlanden Agam.
122	Moerei.	〃 〃 〃
*123	Loleba.	Amboina, Manipa.
124	Oedang merah.	〃 〃
125	Rotan.	〃 〃
126	Soerat.	〃 〃
127	Alfoeroe.	〃 Loehoe.
128	Aboe.	〃 Ceram.
129	Rotan poetih.	〃 〃
130	Oedang.	〃 〃
131	Poetih.	Amboina, Ceram.
132	Liembat.	Sumatra, Padangsche Bovenlanden, Tanah Datar.
133	Sisieq.	〃 〃 〃
134	Sirah.	〃 〃 〃
135	Kalamboewei.	〃 〃 〃
136	Aver.	〃 〃 〃
137	Kikir.	〃 〃 〃
139	Masiek.	〃 〃 〃
140	Koerik.	〃 〃 〃
141	Poetih.	〃 〃 〃
142	Koering.	〃 〃 〃
143	Kikir andjing.	〃 〃 〃
144	Bajam.	〃 〃 〃
145	Dadap pasien.	〃 〃 〃
146	Liat.	〃 〃 〃
147	Loemar.	Borneo.
148	Tjemang.	Bali, Boeleleng.
149	Malem.	〃 〃
150	Kapoer.	Sumatra, Palembang, Soeroelangon Rawas.
151	Kikil.	〃 〃 〃
152	Koring.	〃 〃 〃
153	Gondang.	〃 〃 〃
154	Telor.	Riouw, Tandjong Pinang.
155	Woelong.	Java (?).
156	Merah.	Borneo.
157	Gadjah.	Java, Japara, Bendokerep.

158.	Koening.	Afstammend van No. 7.
*159	Tergun.	Sumatra, Deli.
160	Greet.	〃 〃
161	Kapoer.	〃 〃
162	Belnoet.	〃 〃
163	Soerat.	?
164	Redjoeno.	Java, Djokja, Kasoeran.
165	Soerat badjing.	〃 (?).
166	Otaheite.	〃 Japara, Majong.
167	〃	〃 Batavia, Buitenzorg.
168	Papua.	〃 (?).
169	Malawan.	〃 (?).
170	Tegal ,waroe.	〃 (?).
171	?)	Sumatra, Palembang. ?
172	Tangeran.	Java, Japara, Majong.
174	Banteng.	〃 (?), Ampel.
*175	Hawe.	Sumatra, Lampongsche Districten, Kalianda.
*176	Sepang.	〃 〃 〃 〃
*177	Menoe.	〃 〃 〃 〃
*178	Haboel.	〃 〃 〃 〃
*179	Harong.	〃 〃 〃 〃
180	Goela.	〃 〃 〃 Toelang Bawang.
181	Assoe	〃 〃 〃 〃 〃
183	Cheribon	Java, Japara, Langsee.
184	〃	〃 (?), Bringin.
185	Boeloeh Gading	Borneo, Sambas.
186	Hitam Dadak.	〃 〃
187	Gading.	〃 〃
188	Gawar.	〃 〃
189	Frijoe.	〃 〃
190	Hitam Kalampei	〃 〃
191	Hitam Siam.	〃 〃
192	Gading betoel.	〃 〃
193	Hitam Broewang.	〃 〃
*194	Djandjan.	〃 〃
196	Kapoer.	〃 〃

197	?	Sumatra, Asahan, Batu Bahra.
198	?	〃 〃 Laboean Batu.
199	Lingga.	〃 Palembang, Lematang.
200	Kikil.	〃 〃 〃
201	Item.	〃 〃 〃
202	Gading.	〃 〃 〃
203	Selasih.	〃 〃 〃
*204	Betong.	〃 〃 〃
205	Manau.	〃 〃 〃
206	Djoendjoeng.	〃 Padangsche Benedenlanden, Painan.
*207	Poetih.	〃 〃 〃
*208	Djogoeng.	〃 〃 〃
*209	Oedang.	〃 〃 〃
*210	Soerat.	〃 〃 〃
211	Otang.	〃 Tapanoeli, Klein Mandheling Oeloe en Pekantan.
*212	Djoendjoeng.	Sumatra, Tapanoeli, Klein Mandheling Oeloe en Pekantan.
213	Soerat.	〃 〃 〃
214	Kapoer.	〃 〃 〃
*215	Toetoeng.	〃 〃 〃
216	Goja.	〃 〃 〃
*217	Galoengoeng.	〃 〃 〃
*218	Maldo.	〃 〃 〃
219	Marnoe.	〃 Lampongsche Districten, Kota Agoeng.
221	Hoeloe.	〃 〃 〃
*222	Rapoeh.	〃 〃 〃
*223	Penabar.	〃 〃 〃
224	Boeloeh Balik.	Borneo, Sambas.
225	Kilang.	〃 〃
226	Meera.	Australie, Queensland.
227	Rose Bamboo.	〃 〃
228	Striped Fiji.	〃 〃
229	Djong Djong.	〃 〃
230	Daniel Dupont cane.	〃 〃

231	Singapore cane.	Australie, Queensland.
232	Rappoe cane.	〃 〃
233	? (No. VIII).	〃 〃
234	Meera cane.	〃 〃
235	Red map Po Queen.	〃 〃
236	Sepang.	Sumatra, Deli, Laboean Deli.
237	?	Sumatra, Deli, Laboean Deli.
238	Batoeng.	〃 〃 〃 〃
239	Kilang.	〃 〃 〃 〃
*240	?	Asahan (?)
*241	Kassor.	Java, (?) Slamat.
*242	Ardjoeno.	〃 (?) Kol B.
243	Soerat Mangli.	Java, Semarang.
244	Mangli.	〃 〃
245	Poerbolinggo.	〃 〃 Grobogan.
246	Item.	〃 〃 〃
247	Cheribon II.	〃 〃 〃
248	Cheribon I.	〃 〃 〃
249	Rapoh.	〃 〃 〃
250	Banteng.	〃 〃 〃
251	Mangis.	〃 〃 〃
*252	Mangli soerat.	〃 〃 〃
253	Mangli.	〃 〃 〃
254	Mangli betoel.	〃 〃 〃
255	Rapoeh.	〃 〃 〃
256	Banting.	〃 〃 〃
257	Soerat Redjo.	〃 〃 〃
258	Mangli.	〃 Madioen, Toelangan.
259	Cheribon koe-ning.	〃 〃 〃
260	Merah.	Java, (?) Keboemen.
261	Passin.	Sumatra, Padangsche Bovenlanden, Limapoeloeh kota.
262	Tjipoet.	〃 〃 〃
263	Kalamboewei,	〃 〃 Tanah Datar.
264	Hitam.	〃 〃 Oudagam.
265	Talang.	〃 〃 〃
266	Sisie merah.	〃 〃 Tanah Datar.
267	Sisie koening.	〃 〃 〃

Het onderzoek der wortels geschiedde van 20 Februari tot 3 Maart. [30])

Het resultaat van het onderzoek luidt aldus:

Iedere variëteit, waarvan de cijfers in de voorafgaande lijst noch **vet** gedrukt, noch van een sterretje zijn voorzien, had wortels geschoten, waarvan de toppen bordeaux-rood waren gekleurd. In het geheel zijn dit **218** variëteiten.

De variëteiten, die in de lijst met vet cijfer gedrukt en van een sterretje voorzien zijn, hadden in 't geheel geene wortels gevormd of wel de gevormde wortels hadden kleurlooze toppen. Het laatste kon twee oorzaken hebben:

óf, de bibit zat te diep in den grond, zoodat het licht geen invloed kon uitoefenen,

óf de betreffende variëteiten waren niet in staat, om wortels met bordeaux-roode toppen te vormen.

Ik liet mij nu van deze variëteiten zulke stokken snijden, die het meest aan het licht blootgesteld waren geweest en onderzocht mikroskopisch of de toppen van hare worteloogen eene bordeaux-roode kleur hadden of niet. Bij alle variëteiten, op de lijst van een sterretje voorzien, kon ik de roode kleur mikroskopisch aantoonen; dikwijls echter was ze reeds met het bloote oog waartenemen, waarop ik mij echter wilde noch mocht verlaten. (Zie »Slotbeschouwingen".)

Niettegenstaande ik bij de variëteiten, die op de lijst met een sterretje gekenmerkt zijn, mikroskopisch de bordeaux-rood gekleurde worteltoppen met zekerheid had geconstateerd, plantte ik toch nog van deze variëteiten een aantal bibits in potten, met rivierzand gevuld, en het gelukte mij dan ook, van ieder dezer variëteiten, aan het licht blootgesteld, wortels te verkrijgen met duidelijk bordeaux-rood gekleurde toppen.

Mikroskopisch was het mij niet mogelijk, worteloogen met gekleurde toppen te vinden bij die variëteiten, waarvan de

[30]) Hierbij was mij onze tuinopziener, de heer E. RIETZSCHEL, van wezenlijke dienst. Onder zijn toezicht geschiedde ook het planten der bibits, hetwelk met de noodige zorg gedaan werd.

cijfers op de lijst vet gedrukt zijn, dus bij de volgende 7 variëteiten:

No. 61: T. Kalamboewei van Sumatra.
» 89: T. Liat van Billiton.
» 137: T. Kikir van Sumatra.
» 211: T. Otang van Sumatra.
» 243: T. Soerat mangli, van Java (Semarang).
» 244: T. Mangli van Java (Semarang).
» 253: T. Mangli van Java (Grobogan).

Ik plantte van deze laatsten een groot aantal bibits in potten, met rivierzand gevuld, en stelde die aan het directe zonlicht bloot. Wortels met roode toppen verkreeg ik zoodoende bij No. 137: *T. Kikir* van Sumatra, terwijl toen nog overbleven:

No. 61, 89, 211, 243, 244 en 253.

Van ieder dezer 6 variëteiten plantte ik nu 10 bibits, waarvan de wortels tot dusver geene roode kleur hadden aangenomen, onder omstandigheden, die reeds bij proef No. 13 gebleken waren zeer gunstig te zijn voor het wortelschieten, d. i. ik stak de bibits, die reeds wortels hadden, in potten, die met uitgekookt rivierzand waren gevuld, zóó ver verticaal in het zand, dat de worteltoppen nog even te zien waren, voorzag ze van veel gedistilleerd water, bedekte de potten met glasschijven en stelde ze aan het directe zonlicht bloot. Op deze wijze bevonden zich de wortels over dag in een intensief verlichte en met waterdamp verzadigde ruimte. Ik gebruikte uitgekookt zand en gedistilleerd water, om zoo veel mogelijk het verrotten van den bibit te voorkomen.

Door deze methode toetepassen, verkreeg ik wortels met bordeaux-roode toppen bij:

No. 61: T. Kalamboewei van Sumatra.
» 89: T. Lias van Billiton.
» 211: T. Otang van Sumatra.
» 243: T. Soerat Mangli van Java (Semarang).

Van de oorspronkelijk als proef gebruikte 257 variëteiten bleven er dus nog twee over, nl.:

No. 244: T. Mangli van Java (Semarang) en
» 253: T. Mangli van Java (Grobogan).

Van deze beide nummers plantte ik steeds op

nieuw bibits, maar altijd met hetzelfde negatieve resultaat.

Geen enkelen keer kon ik hier bordeaux-rood gekleurde worteltoppen waarnemen, zelfs niet bij mikroskopisch onderzoek, wel echter was van sommige wortels de oppervlakte rood gekleurd.

Omdat vele bibits ziekelijk uitziende wortels schoten, bestaat de mogelijkheid, dat de abnormale hoedanigheid van den bibit de oorzaak is, dat vele worteltoppen in het licht niet de bordeaux-roode kleur hadden gekregen; maar ik moet er bijvoegen, dat ook vele bibits wortels hadden, die er krachtig uitzagen en krachtig groeiden, maar toch geen roode toppen kregen.

Toen ik bij de No 61, 89, 211, 243, 244 en 253 mikroskopisch geene bordeaux-roode kleur aan de worteloogen had waargenomen, maar bij de No. 61, 89, 211 en 243 later bij uitgegroeide wortels wel bordeaux-roode toppen had gevonden, stelde ik van elk der 6 eerstgenoemde nummers 10 bibits gedurende eenige dagen aan intensief zonlicht bloot, terwijl ik ze tevens slechts weinig vochtig hield, en onderzocht vervolgens de worteloogen op nieuw mikroskopisch. Nu gelukte het mij dan ook, bij No. 61, 89, 211 en 243 met zekerheid te constateeren, dat de worteloogen ook bordeaux-roode toppen hadden, al was het ook maar zoo weinig dat de roode kleur slechts door het mikroskoop duidelijk was waartenemen. Maar. . . . bij No. 244 en 253 was zelfs mikroskopisch geene spoor eener roode kleur aan den worteltop te ontdekken. Ik heb van de bibits der No. 244 en 253 nog geen jonge bibitplanten gekregen. Zoodra dit is geschiedt, zal ik de proef met deze beide nummers voortzetten en dan zien, of ook de toppen der bijwortels ongekleurd blijven. [30a])

Omdat No. 244 en 253 denzelfden naam hebben en omdat ze ook beide ten opzichte van hun habitus niet te onderscheiden

---

[30a]) Onder het afdrukken van dit deel mijner verhandeling is het mij gelukt een exemplaar van *Teboe Mangli* in eene oplossing van voedingsstoffen zóó ver te kweeken, dat zoowel de bibit als de jonge spruit wortels vormden, **maar bij geen enkele wortel is het mij mogelijk geweest aan den worteltop een spoor eener bordeaux-roode kleur waar te nemen.**

zijn, zoo is het waarschijnlijk, dat beide nummers tot één en dezelfde variëteit behooren. Nemen wij dit als gewettigd aan, dan hebben wij onder de vele onderzochte variëteiten van het echte suikerriet (*Saccharum officinarum L.*) slechts eene enkele variëteit gevonden, *T. Mangli* van Java (Semarang en Grobogan), die volgens de onderzoekingen en waarnemingen, tot dusver gedaan, niet in staat is, in het zonlicht bordeaux-roode worteltoppen te vormen. [31])

De monsterproef No. 14, zooals ik ze wel mag noemen, heeft niet weinig tijd en arbeid gekost, maar het resultaat ervan bewijst, dat het noodzakelijk was, om ze zoo uitvoerig mogelijk te doen; ze bewijst ons tevens, hoe voorzichtig wij steeds dienen te zijn in het maken van gevolgtrekkingen, zelfs dan, als ze op een grooter aantal waarnemingen berusten. Had ik maar ongeveer No. 1 tot 200 op de roode kleur der worteltoppen onderzocht, dan had men daaruit allicht kunnen opmaken, dat de rietwortels van **alle** variëteiten bordeaux-roode toppen moeten hebben, terwijl toch de proef met *T. Mangli* bewezen heeft, dat dit minstens twijfelachtig is. Ik zal dan ook op grond daarvan later alle variëteiten, waarover ik kan beschikken en die nog niet onderzocht zijn, verder op de roode kleur der worteltoppen onderzoeken. [31a])

In elk geval echter kan men na de proef No. 14 de volgende stelling met recht aannemen:

Al zijn er eenige uitzonderingen, zoo is het doch bij de variëteiten van *Saccharum officinarum* in elk geval regel, dat de worteltoppen de eigenschap bezitten, om, blootgesteld aan het licht, eene bordeaux-roode kleur aantenemen.

---

[31]) Ik neem voorloopig als juist aan, dat deze variëteit tot *Saccharum officinarum L.* behoort. Eerst latere onderzoekingen zullen hiervoor het wetenschappelijk bewijs leveren. Het zou zeer belangrijk zijn, als daaruit bleek, dat er ook een morphologisch verschil bestaat tusschen *T. Mangli* en de overige variëteiten.

[31a]) **Nadat reeds met het drukken dezer verhandeling een begin was gemaakt, had ik nog gelegenheid de hieronder vol-**

In verband met deze laatste proef deel ik hier nog de volgende waarneming mede. Vergelijkt men de variëteiten, waarvan de stokken op het eerste gezicht worteloogen met roode toppen vertoonen, met die, bij welke ze met het bloote oog slechts moeilijk en onduidelijk of in het geheel niet zijn waar te nemen, dan komt men tot de gevolgtrekking, dat over het algemeen de bordeaux-roode kleur van de toppen der worteloogen des te intensiever is, naarmate de stok intensief

---

gende variëteiten mikroskopisch op bordeaux-rood gekleurde worteloogen te onderzoeken. Om de vorming der roode kleur te bespoedigen, had ik van de zeer jeugdige planten de onderste bladeren doen verwijderen en bewerkt, dat de jonge stok, die zich begon te vormen, intensief door het zonlicht werd beschenen. De later onderzochte variëteiten zijn:

271	Meera.	Malakka,	Penang.
272	Gadjah!!!.	〃	〃
273	Gadjah.	〃	〃
275	Kapoer.	〃	Johore.
277	Keni Keni.	〃	Wellesly.
279	Lahina.	〃	〃
280	Green and yellow.	〃	〃
281	Killii.	〃	〃
282	Canne morte.	〃	〃
284	Samuri.	〃	〃
285	Lahria.	〃	〃
286	? (I.)	〃	〃
287	? (II.)	〃	〃
288	? (III.)	〃	〃
289	Horne.	〃	〃
290	Sacuri.	〃	〃
291	China.	〃	〃
292	Chijaca.	〃	〃
293	Davanboota.	〃	〃
294	Mamuri.	〃	〃

rood of paars is gekleurd, zoodat er oogenschijnlijk een verband bestaat tusschen de kleur van den stok en die van den wortel. In de „Slotbeschouwingen" kom ik hierop terug.

Verder kunnen wij, door een riettuin wandelende, waarnemen, dat de stokken langs de wegen veel intensiever gekleurd zijn, dan die, welke meer in het midden van het veld staan. Omdat nu — zooals ik zoo straks zeide — de roode kleur aan de wortels het best bij die stokken is waar te nemen, die rood of paars zijn gekleurd, zullen wij ten gevolge daarvan de roode kleur der wortels ook het gemakkelijkst waarnemen bij het riet langs de wegen der tuinen en minder bij dat in het midden van de velden.

Iedereen begrijpt, dat al weer het zonlicht de oorzaak van genoemde verschijnselen is.

Dit blijkt ook zeer duidelijk daaruit, dat, als de onderste bladeren van het riet worden verwijderd, de stok zeer spoedig

Vervolg van de aanmerking 31a.

295	Vico.	Malakka,	Wellesly.
296	Meligeli.	〃	〃
297	Samoan.	〃	〃
298	Diard.	〃	〃
299	Tamarind.	〃	〃
300	Brèhèret.	〃	〃
301	Vulu Vulu.	〃	〃
302	? (A.)	〃	Singapoer.
303	? (B.)	〃	〃
304	? (C.)	〃	〃
305	? (D.)	〃	〃
308	? (G.)	〃	〃
309	? (H.)	〃	〃
310	Dama.	〃	〃
311	Vituahaula.	〃	〃
312	Claret coloured cane.	〃	〃
313	Dark red striped cane.	Malakka,	Singapoer.
314	Loma Loma.	〃	〃
315	Vulu Vulu.	〃	〃

(bij roode en paarse variëteiten) die kleur aanneemt en dat ook de worteloogen spoedig rood worden. Eene duidelijk zichtbare kleur van den stok na het afnemen der bladeren kon b. v. onze tuinopziener RIETSZCHEL reeds na eenige uren waarnemen bij *Teboe Soerat Njamplong* van Java (Reg.-No. 28) en den volgenden dag vertoonde zich ook de roode kleur aan de worteloogen.

Vervolg van de aanmerking 31a.

316	Canne morte.	Malakka,	Singapoer.		
317	Vagabonde.	"	"		
318	Mozambique.	"	"		
319	Kokeia.	"	"		
320	Chijaca.	"	"		
321	Ula.	"	"		
322	Cubun.	"	"		
323	Keni Keni.	"	"		
324	Lakona.	"	"		
325	China.	"	"		
326	Po-a-ole.	"	"		
327	Nain.	"	"		
328	Meligeli	"	"		
330	Lahina.	"	"		
331	Mamuri.	"	"		
332	Vico.	"	"		
333	Horne.	"	"		
335	Koerik Selasi.	Sumatra,	Palembang,	Lematang	Oeloe.
336	Manau.	"	"	"	"
337	Kikil.	"	"	"	"
338	Itam.	"	"	"	"

Het resultaat, met deze laatste 60 variëteiten verkregen, is het volgende:

Wanneer de worteltoppen en worteloppervlakten door de zon werden beschenen, kregen ze zonder uitzondering eene bordeaux-roode kleur. Wij hebben dus van 317 onderzochte variëteiten slechts twee of een (*T. Manglie*) gevonden, die, aan het zonlicht blootgesteld, geene bordeaux-roode worteltoppen gekregen heeft.

Keeren wij thans terug tot onze hoofdvraag:

»Is de bordeaux-roode kleur van den wortel een normaal verschijnsel dan wel het kenteeken eener ziekte?"

Al heb ik bewezen, dat de vorming der bordeaux-roode kleur afhankelijk is van het licht, zoo heb ik daarmede nog niet bewezen, dat deze geen ziekelijk verschijnsel is. Het zoude b. v. mogelijk kunnen zijn, dat de bordeaux-roode kleur veroorzaakt wordt door zulke parasitische organismen, welker bestaan van het licht afhankelijk is.

Daartegen evenwel spreken gewichtige redenen:

1. Er is in de rood gekleurde gedeelten makroskopisch (d. i. met het bloote oog) en mikroskopisch geen spoor van organismen te zien.

2. De bordeaux-rood gekleurde wortels maken alles behalve een ziekelijken indruk; integendeel, hoe krachtiger de wortel, des te intensiever de bordeaux-roode kleur, en als de wortel begint te kwijnen, verdwijnt ook de kleur.

Deze redenen geven ons het recht tot de volgende stelling:

De aan de stamzijwortels en hunne bijwortels aanwezige bordeaux-roode kleur, ontstaande onder den invloed van het licht, is geen ziekelijk verschijnsel.

Is dit verschijnsel nu echter van geen ziekelijken aard, dan hebben wij het recht, om het in zekeren zin normaal te noemen. Ik kom hierop in het 3e gedeelte mijner verhandeling, in de »Slotbeschouwingen", terug.

Vooreerst zou ik de vraag hier willen inlasschen, hoe het met den hoofdwortel van het suikerriet gesteld is, want tot dusver heb ik steeds slechts van stamzijwortels en bijwortels gesproken. Ik heb in mijne verhandeling »Over suikerriet uit zaad" aangetoond, dat de hoofdwortel bij het suikerriet (evenals bij alle grassen) vroegtijdig afsterft en vervangen wordt door stamzijwortels. Toen ik met mijne studiën over de kieming der suikerrietvruchten bezig was, had ik nog geen begin gemaakt met mijne onderzoekingen

omtrent het onderwerp in deze brochure behandeld, en heb ik ook op de roode kleur van den worteltop niet nauwkeuriger gelet. Daarom ben ik tot mijn spijt niet in staat mededeelingen te doen, of ook de hoofd-wortel eene bordeaux-roode kleur kan aannemen. Het zoude opvallend en tevens interessant zijn, als dit niet het geval was, maar het zoude te verklaren zijn en overeenstemmen met mijne verdere waarnemingen omtrent de physiologische eigenschappen der rietwortels, waarover ik in eene latere verhandeling mededeelingen zal doen. Hoe het zij, ik heb de roode kleur aan den hoofdwortel nooit gezien, maar het is zeer goed mogelijk, dat ik ze over het hoofd heb gezien, want in de eerste plaats is de hoofdwortel een nietig klein orgaan en in de tweede plaats heb ik toen al mijne mikroskopische waarnemingen wegens gebrek aan tijd bij lamplicht moeten doen en in de derde plaats bevonden zich de plantjes, die door mij in het volle daglicht (in glazen) werden gekweekt, zooals ik reeds in mijne verhandeling »Over suikerriet uit zaad" heb medegedeeld, in geen normalen toestand, en juist deze plantjes zijn het, die ik mikroskopisch heb onderzocht. Ik zal er in den loop van dit jaar nauwkeurig op letten, ten einde deze leemte aantevullen.

Een zeker niet onbelangrijke vraag is, hoe het met het oog op de bordeaux-roode kleur der wortels bij de overige *Saccharum*-species is gesteld. Ik reken [in navolging van Dr. SOLTWEDEL] hiertoe de rietsoorten, in onzen proeftuin onder de volgende namen aanwezig:

1) *Idjo* van Hongkong (No. **11**.)

2) *Glagah* van Java (No. **35**), volgens Dr. SOLTWEDEL: *Saccharum spontaneum L.*

3) *Troeboe* van Java (No. **38**), volgens Dr. SOLTWEDEL: *Saccharum edule Hassk.*

4) *Tjibaran* van Sumatra (No. **138**).

5) *Sawoer* van Java (No. **173**).

6) *Kava* van Borneo (No. **195**).

7) *Glonggong* van Java (No. **37**).

Wij willen het laatst genoemde riet, *Glonggong*, vooreerst buiten beschouwing laten. Met de 6 andere soorten nam ik tal van proeven geheel op de wijze, als ik met de verschillende soorten van ons gecultiveerd suikerriet heb gedaan. Het is onnoodig, nog eens op de wijze van uitvoering dezer proeven terugtekomen. Ik bepaal er mij toe, de resultaten van al deze proefnemingen samentevatten in de volgende woorden:

Bij de aan de species *Saccharum officinarum L.* **verwante variëteiten** *(Idjo, Glagah, Troeboe, Tjibaran, Sawoer* en *Kava)* **kan men een bordeaux-roode kleur der worteltoppen en worteloppervlakten waarnemen, als de wortels door het zonlicht worden beschenen.**

Deze species nu behooren juist tot degenen, die het meest weerstand kunnen bieden aan de» Serehziekte". Als dus nog de minste twijfel zou kunnen bestaan, of de bordeaux-roode kleur der wortels van het echte suikerriet een ziekelijk verschijnsel is of zelfs in verband staat met de »Sereh," dan kan de door mij boven aangenomen en door proeven gestaafde stelling er toe bijdragen, den laatsten twijfel uit den weg te ruimen, omdat juist ook de wortels der van »Sereh" verschoond gebleven „wilde" variëteiten de bordeaux-roode kleur in het licht aannemen. [32])

Met *Glonggong* moeten wij ons iets langer bezig houden. Omdat ik hier, vreemd genoeg, een ander resultaat verkreeg, dan ik had verwacht, acht ik mij verplicht, omtrent mijne met *Glonggong* genomen proeven iets naders mede te deelen.

---

[32]) Dit geval is voor vele practici dáárom leerrijk, omdat het aantoont, hoe verkeerd het zijn zoude, de waarde voor de practijk weg te cijferen van proefnemingen met niet gecultiveerde *Saccharum*-soorten. In menig opzicht zullen ons ook de zoogenaamde „wilde" soorten inlichtingen over ons gecultiveerd riet kunnen geven. **Het kan niet nadrukkelijk genoeg worden gezegd, dat, als men resultaten wil verkrijgen, deze vaak het best en het zekerst kunnen verkregen worden langs een vermoeienden, langdurigen indirecten weg, dan wanneer men zich aanmatigt, in vollen ren op het gestelde doel los te stormen.** Moge de man van de practijk dit nooit vergeten bij de beoordeeling van wetenschappelijke onderzoekingen!

Ik plantte éénmaal 24 bibits van *Glonggong* en drie verschillende keeren 10 bibits in zand geheel overeenkomstig de wijze, zooals bij proef 1 is opgegeven. Alhoewel iedere bibit tal van gezonde wortels vormde, heb ik nooit kunnen waarnemen, dat de top van den wortel zich rood kleurde, wel echter vond ik, dat de worteloppervlakten, voor zoo verre deze van het zonlicht werden beschenen, eene bordeaux-roode kleur hadden.

Een gedeelte der wortels-dragende bibits, bij deze proefnemingen verkregen, legde ik in glazen, die drie maal daags op nieuw met gedistilleerd water werden gevuld. Weldra kiemden nieuwe worteloogen van den bibit. De oogen zelf waren kleurloos gebleven, de jeugdige wortels daarentegen, die zich daaruit hadden ontwikkeld, waren van de basis tot dicht bij den top zeer intensief bordeaux-rood geworden, maar — de top zelf was geelachtig-groen en toonde geen spoor van eene roode kleur.

Deze proef heb ik verscheidene keeren herhaald, maar altijd met hetzelfde resultaat.

Twee bibits, die krachtige spruiten hadden ontwikkeld, zette ik vervolgens in glazen, die iederen dag op nieuw met opgeloste voedingsstoffen werden gevuld. Hierin ontwikkelden zich mettertijd uit de spruit zelve krachtige wortels, die bij voltooiing der proef tot 15 cm. lang waren en van de basis af eene uiterst levendige bordeaux-roode kleur hadden. Een 10 mm. lange worteleinde was, evenals bij de wortels van het echte riet, niet rood, doch in tegenstelling daarmede vertoonde ook bij deze proefnemingen de top zelf geen spoor van eene roode kleur, maar was licht geelachtig-groen, precies als de wortels van het echte riet, wanneer zij niet aan het zonlicht waren blootgesteld.

Met de resultaten dezer proeven stemt geheel overeen, hetgeen ik bij volwassen stokken van *Glonggong* heb waargenomen. Overal, waar luchtwortels uit den knoop van den stok te vroeg waren te voorschijn gekomen, vertoonden deze dezelfde verschijnselen, d. w. z. hunne geheele, verlichte oppervlakte was bordeaux-rood gekleurd, maar de top niet.

Het is van belang de jonge wortels te zien, die zich pas door eene bladscheede hebben heengewerkt Fig 12 op Plaat IV stelt zulk een wortel voor. Wij zien den top zonder roode kleur, eenigszins groenachtig gekleurd, vervolgens begint zeer plotseling de intensieve bordeaux-roode kleur, die hier in dit geval naar de basis toe langzamerhand afneemt en aan de basis zelve geheel verdwijnt, omdat dit gedeelte van den wortel nog in de krachtige, nauw om den stok sluitende bladscheede zat en dus niet of ten minste niet voldoende aan het licht blootgesteld was geweest.

Al deze waarnemingen leiden tot de volgende drie stellingen:

1) **De door Dr. SOLTWEDEL voor een** *Saccharum*-**soort gehouden en op Java** *Glonggong* **genoemde plant**[33]) **heeft wortels, die tot hunnen top ten gevolge der uitwerking van het zonlicht eene min of meer intensieve bordeaux-roode kleur kunnen aannemen.**

2) **De top zelf neemt geen roode kleur aan in tegenstelling met alle andere onderzochte species en varieteiten van** *Saccharum*, **voorloopig afgezien van** *Teboe Mangli* (Java).

3) **De roode kleur der wortel-oppervlakten is geen ziekelijk verschijnsel.**

Het resultaat der onderzoekingen, met *Glonggong* gedaan, is echter nog belangrijker, dan uit de beschouwingen tot dusver blijkt. Ik dacht er namelijk, toen ik dezen arbeid begon, in de verste verte niet aan, dat ik langs dezen weg een verschijnsel zou leeren kennen, geschikt om hulp te verleenen bij het bepalen der *Saccharum*-species of *Saccharum*-variëteiten en toch is gebleken, dat dit mogelijk is!

Onder de vele nieuwe variëteiten, door Dr. SOLTWEDEL tegen het einde van het vorige jaar uit MALAKKA gezonden, bevindt zich ook de volgende:

No. 283. Utan. Malakka, Wellesly.

---

33) Wetenschappelijk is de plant, voor zoover mij bekend, tot nog toe niet bepaald.

Dit riet is juist korten tijd geleden begonnen den stok te vormen. De geheele habitus der jeugdige plant bewijst, dat wij hier niet te doen hebben met eene echte rietvariëteit, maar maakt het integendeel waarschijnlijk, dat dit riet met ons *Glonggong* overeenstemt. Wij zouden echter tot dus verre niet gewaagd hebben, deze meening anders dan bij wijze van vermoeden uit te spreken.

Nu was gelukkig nog juist voor het voltooien dezer verhandeling het riet begonnen den stok te vormen en hadden zich ook luchtwortels daaraan vertoond, en nu kon ik bij het onderzoek constateeren, dat bij *Utan*, wat betreft het aannemen der bordeaux-roode kleur, precies hetzelfde plaats heeft, als bij *Glonggong*. Op grond daarvan geloof ik met groote waarschijnlijkheid als juist te mogen aannemen, dat *Utan* en *Glonggong* met elkaar identisch zijn. Wij komen dus in het volgende geheel onverwachts tot de volgende stelling:

De bordeaux-roode kleur der worteltoppen geeft ons een hulpmiddel aan de hand, om eene rietplant botanisch te kunnen bepalen.

Wij hebben tot dusver de bordeaux-rood gekleurde wortels slechts makroskopisch beschouwd en niet tevens mikroskopisch. In het volgende geef ik nu de resultaten mijner mikroskopische onderzoekingen, die ik met behulp van drie mikroskopische teekeningen zal verklaren.

Fig. 13 op plaat V toont ons het beeld eener overlangsche doorsnede, door het midden van den top van een luchtwortel van *Teboe Cheribon*. De vergrooting is ca. 50 maal. Door **u** is het wortelmutsje aangeduid, dat het overige gedeelte, den eigenlijken worteltop, bedekt. Zooals ik op pag. 8 heb verklaard, wordt het wortelmutsje voortgebracht, doordat het vegetatiepunt, liggende in het kuiltje van den eigenlijken worteltop, voortdurend cellen naar buiten afscheidt en wel naar mate de buitenste cellen van het wortelmutsje afsterven, als deze bij het voortdringen van den wortel met den grond in aanraking komen. Dat de cellen van het wortelmutsje van het vegetatiepunt uit gevormd worden, ziet men duidelijk aan de gedeeltelijk bewaard ge-

bleven rijvormige rangschikking der cellen. Men ziet ook duidelijk, dat de uiterste cellen van het wortelmutsje zich van het celweefsel losmaken. Deze cellen zijn ten deele reeds afgestorven, ten deele op het punt van af te sterven.

Evenals van het vegetatiepunt uit voortdurend cellen naar buiten worden afgezet (de cellen van het wortelmutsje), zoo geschiedt dit ook naar binnen. De door **a**, **m** en **i** aangeduide weefselmassa's zijn op deze wijze ontstaan; hieruit komen later, door verdere differentiëring, de opperhuid (uit **a**), de wortel-schors (uit **m**) en de fribrovasaalstreng (uit **i**) te voorschijn.

Terwijl wij met het bloote oog niet kunnen onderscheiden, welk gedeelte van den worteltop bordeaux-rood is gekleurd, kunnen wij dit zeer duidelijk zien met behulp van het mikroskoop.

Wij zien, dat de bordeaux-roode kleurstof in de cellen van het wortelmutsje aanwezig is. [34]) Het vegetatiepunt evenals de daardoor naar binnen gevormde nieuwe cellen, zijn geheel vrij van de bordeaux-roode kleurstof. Ook de allernieuwste cellen van het wortelmutsje, dus die, welke het vegetatiepunt het meest nabij zijn, zijn kleurloos, maar op geringen afstand van het vegetatiepunt is de kleur, zooals het figuur aantoont, reeds zeer intensief. Naar buiten toe neemt ze weer af. Dat komt, omdat hier de cellen van het wortelmutsje, die hare functie vervuld hebben, op het punt zijn van aftesterven. Ik weet niet, of mikro-organismen het verkleuren bewerkstelligen of ten minste helpen bespoedigen. Bij gekleurde en niet gekleurde worteltoppen van planten mijner waterculturen kon ik steeds bacteriën en verscheidene andere organismen aan en in de afgestorven resp. afstervende cellen waarnemen. Dit mag ons echter volstrekt niet verwonderen, omdat soortgelijke organismen in afstervende georganiseerde substanties altijd gevonden worden. Dat lagere organismen de oorzaak zijn, dat de cellen van het wortelmutsje hare kleur verliezen, daarvoor zoude ook het volgende feit kunnen spreken, dat echter volstrekt geen bewijs

---

[34]) De bordeaux-roode kleurstof is in het celvocht opgelost.

levert. Als men namelijk lengtesneden van bordeaux-roode worteltoppen in het water laat liggen, zoodat de overal verspreide rottingsbacteriën er bij kunnen komen, dan kan men na 24 uur steeds zeker zijn, dat de kleur totaal is verdwenen.

Belangrijker dan het waarnemen van organismen, die in de afstervende cellen van het wortelmutsje verrotting veroorzaken, is voor ons de andere waarneming, dat juist dáár, waar de cellen het meest intensief gekleurd zijn, geene mikroorganismen worden aangetroffen. Het zijn evens de cellen, die nog in krachtigen groei verkeeren.

Wij hebben gezien, dat oorspronkelijk rood gekleurde worteltoppen hunne bordeaux-kleur verliezen, als ze in het donker verder groeien. Dit begrijpen wij nu volkomen, want bij den verderen groei worden immers voortdurend nieuwe cellen van het wortelmutsje gevormd, terwijl de oude afgestoten worden! Als nu het licht buiten gesloten wordt, kunnen geene nieuwe roode cellen van het wortelmutsje ontstaan, de oude vroeger rood gekleurden worden afgeworpen en zóó komt het, dat oorspronkelijk rood gekleurde worteltoppen mettertijd kleurloos worden, of juister uitgedrukt, zóó kòmt het, dat de wortels hunne roode mutsjes verliezen en nieuwe kleurlooze krijgen.

Wanneer de bordeaux-roode kleur der worteltoppen langzamer verdwijnt, omdat de wortels zich niet in het binnenste van den grond bevinden, maar in vochtige lucht of in opgeloste voedingsstoffen, dan heeft dit zeker tot oorzaak, dat de vernieuwing van het wortelmutsje hier veel langzamer geschiedt, omdat het onder deze omstandigheden minder afslijt.

Bij een mikroskopisch onderzoek van worteltoppen, die verlicht zijn geweest, ziet men wel eens, dat de buitenste wortelmutsjes-cellen in plaats van eene b o r d e a u x - r o o d e eene v e r m i l j o e n - r o o d e kleur hebben. Ik heb reeds op pag. 14 gezegd, dat ik deze roode kleur als een ziekelijk verschijnsel beschouwde. Ik treed in deze verhandeling hieromtrent in geene bijzonderheden. Als nu deze vermiljoen kleur den geheelen worteltop beslaat, kan ze het ontstaan der

bordeaux-roode kleur beletten, daar dezelfde oorzaak, welke de vermiljoen roode kleur te voorschijn brengt, ook gelijktijdig de cellen in een ziekelijken toestand brengt en immers alle verschijnselen er voor spreken, dat slechts krachtige, gezonde, jonge cellen de bordeaux-roode kleurstof kunnen voortbrengen.

Dit kan men onder het mikroskoop soms dadelijk zien. Als namelijk een overigens bordeaux-rood gekleurd wortelmutsje op de eene of andere plaats vermiljoen-rood gekleurd is, dan zal men waarnemen, dat geen van de wortelmutsjes-cellen, die zich in de nabijheid der vermiljoen-roode cellen bevinden, eene bordeaux-roode kleur hebben. **Men krijgt steeds den indruk, als had eene, van de vermiljoen-roode cellen uitgaande oorzaak het bordeaux-rood in de naburige cellen vernield.**

Dat de vermiljoen-kleur der wortels (evenals van de bladscheeden) een ziekteverschijnsel is, bewijst ook nog het vlekkige voorkomen, zooals ik het ook in fig. 11 op plaat IV heb voorgesteld. Dit is een wortel, die te voorschijn gekomen was uit den dicht boven den grond zich bevindenden knoop van een stok van *T. Cheribon*, en vervolgens in den grond was gegroeid. Zooals ik met eenige zekerheid aanneem, heeft de wortel de kiem der ziekte geërfd van de bladscheede, waardoor hij vroeger op meer jeugdigen leeftijd bedekt was en waardoor heen hij zich den weg naar buiten en naar beneden moest banen.

Zulke wortels kunnen wij helaas zeer, zeer dikwijls ontmoeten. Zooals ik reeds op pag. 14 mededeelde, zijn de worteloogen, die zich binnen de vermiljoen-roode bladscheede bevinden, eveneens intensief vermiljoen-rood gekleurd; de toppen kunnen deze kleur langen tijd houden en er is onder deze omstandigheden zelfs mikroskopisch vaak geen spoor van de bordeaux-roode kleur te zien.

Anders is het, als het ziekelijke verschijnsel der vermiljoenroode kleur niet aan de worteloogen is waartenemen. Zooals ik reeds bij proef 14 mededeelde, is nog, vóór de wortel door het stamweefsel is gebroken, ook in den regel, als

de worteloogen niet al te jong zijn, reeds de bordeaux-roode kleur van het jonge wortelmutsje mikroskopisch waar te nemen, vaak is ze reeds zóó intensief, dat ze door het stamweefsel heen schemert en reeds met het bloote oog zeer duidelijk te onderscheiden is.

Zooveel is zeker, dat de bordeaux-roode kleur in hoegenaamd geen causaalverband staat met de vermiljoen-roode kleur, d. w. z. het ontstaan van beide kleuren heeft verschillende oorzaken en, waarop ik nog eens met nadruk wil wijzen:

De bordeaux-roode-roode kleur is geen ziekte-verschijnsel, hetgeen zeer zeker wel met recht mag gezegd worden van de vermiljoen-roode kleur. [35])

De vraag, waar de bordeaux-roode kleur gezeteld is, als ze zich aan de wortel-oppervlakte vertoont, zullen wij met behulp der figuren 14 (op plaat VI) en 15 (op plaat VII) beantwoorden.

Fig. 14 maakt ons bij 110-tot 120-voudige vergrooting het buitenste gedeelte aanschouwelijk van eene lengtesnede door den wortel eener plant van *T. Djoendjoeng* (Padang), uit eene vrucht gekweekt in opgeloste voedingszouten. Het buitenste overtreksel is de geheel kleurlooze opperhuid **a**, waarvan twee cellen tot wortelharen **h** uitgegroeid zijn. De opperhuid grenst aan de wortelschors **m**, waarvan echter slechts een gedeelte aangeduid is. Wij zien, dat de beide uiterste cellagen van de wortelschors bordeaux-rood zijn gekleurd. Al naar de intensiteit der verlichting zijn ook nog cellagen rood gekleurd, die meer in het binnenste gegedeelte liggen, zooals wij in de volgende figuur zien.

Fig. 15 stelt eene dwarssnede voor door een op de betreffende plaats door licht getroffen wortel van *T. Cheribon*. Het buitenste overtreksel is weer de opperhuid **a**, daar op volgt de met groote luchtholten **l** voorziene schors **m**

---

[35]) Zoodra ik voorzien ben van apparaten voor bacteriologische en mycologische werkzaamheden, zal ik mij uitvoeriger dan tot nog toe mogelijk was met de vraag omtrent de oorzaak en de beteekenis der vermiljoen-roode kleur bezig houden.

en binnenin de fibrovasaalstreng **i**. Van alle drie weefselsoorten is slechts een gedeelte geteekend. Men kan zich evenwel gemakkelijk het beeld van deze dwarssnede in zijn geheel voorstellen.

Deze figuur is bij eene 110-tot 120-voudige vergrooting geteekend.

De wortel was het meest intensief verlicht op die plaats, waar in de figuur de letter **z** staat. Overeenkomstig daarmede de toont ons ook het beeld, dat hier de bordeaux-roode kleur zich het meest naar binnen verspreid, terwijl naar **y** toe slechts nog de aan de opperhuid grenzende laag van de wortelschors-cellen eenigszins gekleurd is. Tevens zien wij bij deze figuur, dat de opperhuid zelve kleurloos is.

Van mikro-organismen is in de roode cellen als ook in de aangrenzende cellen geen spoor te ontdekken, zoodat steeds weer de stelling wordt bevestigd, dat de bordeaux-roode kleur der suikerriet-wortels geen ziekteverschijnsel is.

III. SLOTBESCHOUWINGEN.

De bordeaux-roode kleur der suikerrietwortels is geen ziekelijk, maar een normaal verschijnsel, veroorzaakt door het licht!

Ik geloof, dat de juistheid dezer stelling op grond van de voorafgaande mededeelingen niet betwijfeld zal worden. Nemen wij echter deze stelling als bewezen aan, dan moet de volgende vraag gesteld worden:

„Welk nut heeft de bordeaux-roode kleur van het wortelmutsje en van de uiterste lagen der wortelschors voor den suikerrietwortel en hiermede voor het suikerriet zelf!"

Ik kan deze vraag niet anders dan langs een omweg beantwoorden.

De eerste vraag, die wij ons vooraf moeten doen, luidt:

»Is eene zoodanige roode kleur der wortels in het plantenrijk verspreid of is ze een zeldzaam verschijnsel?"

In de litteratuur, waarover ik beschikken kon, zijn er slechts twee studiën, die over gekleurde wortels handelen: [36]

1.) F. HILDEBRAND: »Über gefärbte Wurzeln bei *Eichhornia crassipes* und *Wachendorfia thyrsiflora*".

2.) P. ASCHERSON: »Bemerkungen über das Vorkommen gefärbter Wurzeln bei den *Pontederiaceën*, *Haemodoraceën* und einigen *Cyperaceën*."

---

[36]) Vgl.: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. 1883, I, pag. XXVII, resp. pag. 498 tot 502.

Beide studiën zijn in onze bibliotheek niet voorhanden en ik heb het slechts aan de groote welwillendheid te danken van Dr. M. TREUB, Directeur van 's Lands Plantentuin te Buitenzorg, als ik ze desniettemin bij deze verhandeling nog in aanmerking kan nemen. Dr. TREUB was zoo vriendelijk, om mij uit de eerste studie zelf medetedeelen, hetgeen voor mij wetenswaardig was, terwijl ZEd. van de tweede eene copie voor mij deed maken.

Uit de eerste verhandeling zien wij, dat bij de plantenspecies *Pontederia crassipes* (uit de tot de *Monocotyledonen* behoorende familie der *Commelynaceën)* de wortels dikwijls eene paarsblauwe kleur vertoonen, en wel is waar zijn hier zoowel de wortelmutsjes als de worteloppervlakten gekleurd. De paarsblauwe kleurstof zou evenwel niet in het celvocht opgelost zijn, maar de celwanden zouden paars-blauw zijn gekleurd. Van de species *Wachendorfia thyrsiflora* (uit de tot de *Monocotyledonen* behoorende familie der *Haemodoraceën*) zegt Hildebrand, dat hier de worteltoppen eene schitterend roode kleur hebben. De schrijver zegt hier wel is waar niet speciaal, dat het wortelmutsje gekleurd is, maar, omdat hij van worteltoppen spreekt, zal dit wel het geval zijn bij deze species. Hildebrand deelt mede, dat — zooals ik het bij de rietwortels vond — het celvocht de kleurstof in opgelosten toestand bevat, maar in tegenstelling met mijne waarnemingen, aan de rietwortels gedaan, voegt hij er bij, dat de roode kleurstof bij de wortels van *Wachendorfia thyrsiflora* zich bij volledige afsluiting van het licht vormt.

In de tweede verhandeling heeft P. ASCHERSON de vraag behandeld, of de door F. HILDEBRAND medegedeelde „auffallende Eigentümlichkeit nicht in den betreffenden Verwandtschaftskreisen weiter verbreitet sei." Hij zegt hierover: „Wenn die uns beschäftigende Erscheinung, so frappant sie auch an den von Herrn HILDEBRAND in Freiburg vorgelegten Beispielen auftrat, in dieser Arbeit, sowie überhaupt in der bisherigen Literatur (auch seitens derjenigen Botaniker, die die Pflanzen in ihrem Vaterlande zu beobachten Gelegenheit hatten) keine Erwähnung gefunden hat, so sollte man wohl glauben, dass es sich um eine ganz ausnahmsweise Erscheinung handele. Und doch reichen die nachfolgenden Bemerkungen, so unvollständig sie auch sind, aus, um darzuthun, dass hier wahrscheinlich eine bisher übersehene **normale** Eigentümlichkeit dieser Gruppen meist tropischer Wasser- und Sumppflanzen vorliegt." Van de bijzonderheden der waarnemingen, door P. ASCHERSON gedaan, haal ik de volgende aan:

„*Heteranthera reniformis R. et Pav.* (Wärmeres Amerika.)

Die Wurzeln dieser im Königl. Botanischen Garten zu Berlin cultivierten Wasserpflanzen. welche sich innerhalb des Bodens befinden, zeigten Mitte November stellenweise deutlich eine hell-lila Färbung.

H. Kotschyana Fenzl. (Tropisches Afrika), Exemplare van Schweinfurth aus dem Bongolande (No. 2239, Königl. Botanisches Museum) zeigen an den reichlich vorhandenen, augenscheinlich frei ins Wasser hineinragenden Wurzeln dieselbe etwas metallisch schimmernde dunkelblaue Färbung, welche sich an den Herbar-Exemplaren der beiden folgenden Arten bemerken lässt.

Eichhornia crassipes (*Mart. Schldl.*) Exemplare im Königl. Botanischen Garten zeigten Mitte November an den Wurzeln nur noch hie und da eine schwache Spur der blauen Färbung, die an den Freiburger Pflanzen zwei Monate früher so auffällig auftrat; sie waren meist geschwärzt und functionierten jedenfalls kaum mehr, während die Blätter noch frisch und grün waren. Dagegen zeigten Herbar-Exemplare (Botan. Museum) aus Argentinien (Lorentz, Flora Extrariana, No. 1588), Brasilien (Sello) und Britisch Guyana (Rich. Schomburgk) eine schwarzblaue Färbung, die ohne Zweifel im Leben mit der der Freiburger Gartenpflanze übereinstimmte.

E. azurea (*Lw*) *Ktl.* Die lebenden Exemplare des Königl. Botanischen Gartens verhielten sich ebenso wie die der vorigen Art; die blaue Farbe war aber an Herbar-Exemplaren des Botan. Museums aus Brasilien (Sello) ebenso deutlich als bei *E. crassipes.*

Pontederia cordata L. An ausgetopften Exemplaren des Königl. botanischen Gartens war eine hell-lila Färbung namentlich an den älteren im Innern des Ballens befindlichen Wurzelteilen zu bemerken, während die an der Aussenseite derselben befindlichen jüngeren Teile fast ungefärbt erschienen. Herbar-Exemplare der forma ***brasiliensis Solms.*** (Botan, Museum) Entre-Rios (Lorentz) und Brasilien (Sello 3560) lassen deutlich eine violette Färbung erkennen.

Aus diesen Thatsachen geht hervor, dass, wie Hildebrand bereits angiebt, die Färbung der Wurzeln bei den *Ponte-*

deriaceën erst in vorgerücktem Alter eintritt und vor dem völligen Absterben wieder unkenntlich wird, was vielleicht erklärt, dass sie so lange unbeachtet blieb. Der Umstand indess, dass sich diese Färbung bei den im Boden befestigten Wurzeln der *Heteranthera reniformis* und *Pontederia cordata* eben sowohl findet, als bei den frei flutenden der *Heteranthera Kotchyana* und der beiden *Eichhornia* Arten, scheint mir für Hildebrand's biologische Deutung auf welche dieser Forscher allerdings selbst nicht allzuviel Gewicht zu legen scheint, nicht günstig. Es ist ja auch auffallend, dass die jungen Wurzeln, welche eines Schutzmittel gegen Beschädigung durch Thiere wohl eher bedürfen möchten, als die ausgewachsenen eines solchen entbehren; ferner würde die Färbung die Sichtbarkeit der fraglichen Wurzeln zwar bei auffallendem Lichte auf dem meist dunkeln Grunde des Wassers zwar vermindern, bei durchfallendem aber vermehren."

Bij de familie der *Haemodoraceën* vond P. Ascherson bij zeer vele species gekleurde wortels en ten slotte deelt hij nog mede, dat vele Europeesche variëteiten der *Cyperaceën*, eene plantenfamilie, die het meest verwant is met de *Gramineën*, gekleurde wortels hebben.

Wij zien dus, dat in de klasse der *Monocotyledonen* rood gekleurde wortels schijnen verspreid te zijn.

Eene tweede vraag, die moet voorafgaan en waarvan de beantwoording voor ons doel van gewicht is, luidt:

»Komen zoodanige roode kleuren, zooals wij ze bij den wortel van het suikerriet hebben waargenomen, uitsluitend toe aan de wortelorganen of ook aan de overige organen, d. i. aan de stammen en bladeren?"

Denken wij vooreerst aan ons suikerriet zelf, dan herinneren wij ons de volgende feiten:

1.) Bij vele riet-variëteiten is de stok rood gekleurd.

2.) Bij vele riet-variëteiten zijn de bladscheeden min of meer rood gekleurd.

3) Bij *Teboe Djamprik* (Reg. No. **30**) is het geheele blad intensief donkerrood gekleurd.

Als hier de bordeaux-roode kleur niet duidelijk voor den dag komt, ligt het dááraan, dat zich onder de laag, welke de bordeaux-roode kleurstof bevat, het weefsel met het bladgroen (chlorophyll) bevindt, en dat dit groen zich voor ons oog met het daarover liggende bordeaux-rood tot een meer bruinrooden tint vermengt.

Nu vinden wij echter rood gekleurde bladeren niet slechts bij ons suikerriet, maar algemeen verspreid in de plantenwereld. Ieder, die gewoon is, de natuur met eenige opmerkzaamheid gade te slaan, zal zich herinneren, dikwijls rood gekleurde bladeren bij de verschillende planten te hebben opgemerkt, en wel niet slechts bij bladeren met eene herfstachtige tint, zooals ze zich in koudere luchtstreken vertoonen, maar ook bij zulke, die nog in krachtige levensfunctie zijn, ja, vooral ook bij zeer jonge bladeren. Juist in onze tropische streken kunnen wij dit verschijnsel overal waarnemen.

De kleurstof bij de roode bladeren bevindt zich altijd, voor zoover mij bekend, in de opperhuid, en men veronderstelt, dat ze bij de verschillende planten van gelijken chemischen aard is. Ze wordt »anthokyan" genoemd. Ik weet niet, of de kleurstof in de bladeren, vooral in de bladscheeden van het suikerriet aanwezig, eveneens anthokyan is. Als ik mij niet vergis, wordt verondersteld, dat de vorming van het anthokyan onafhankelijk is van het licht. De schaarsche litteratuur, waarover ik beschikken kon, heeft mij hieromtrent geen voldoende opheldering gegeven. De beide volgende citaten uit het »Leerboek der Plantenphysiologie" door Hugo de Vries spreken er evenwel voor, dat het licht niet noodzakelijk is voor de vorming van het anthokyan.

De beide citaten luiden aldus:

1.) De kleurstoffen van het celvocht zijn rood, paars, blauw en geel, en komen voornamelijk in bloemen en vruchten voor. Zij zijn in water oplosbaar, en kunnen dus, zoo men de cellen in warm water doodt, hierin uitgetrokken worden. De roode, paarse en blauwe kleuren zijn toe te schrijven aan de aanwezigheid van dezelfde kleurstof, het anthocyan, dat met zuren rood is, en door toevoeging

van een weinig ammoniak in paars en blauw over kan gaan. Met meer ammoniak wordt het groen. Door behandeling met zuren kan men de roode kleur weer te voorschijn roepen. Vele bloemen zijn vóór zij zich openen rood en worden later blauw (b. v. *Myosotis*), de blauwe kleur ontstaat dus hier rechtstreeks uit de roode. De roode kleurstof komt niet alleen in bloemen, doch ook in bonte bladeren (b v. in die van den bonten hazelaar en den bruinen beuk) voor; verder wordt zij zoowel in de jeugd als kort voor het afvallen in vele bladen gezien (b v. eikenbladeren)."

2.) »De roode, blauwe en gele kleuren der bloemen zijn daarentegen in verreweg de meeste gevallen van het licht onafhankelijk, daar zij in het donker even fraai worden als in het licht; zoo b. v. bij hyacinten, tulpen, crocus, tabak, e. a."

Mogelijk is het niet juist, dat bij de verschillende planten de roode kleurstof overal dezelfde is. Maar als het juist is en als werkelijk het licht onnoodig is voor de vorming van het anthokyan, dan . . . zou immers de roode kleurstof in de verschillende organen van het suikerriet geen anthokyan zijn, want om deze te vormen, is er licht noodig. Met zekerheid kan dit gezegd worden van de kleurstof in de wortels, zooals ik immers voldoende heb bewezen, met even veel zekerheid kan dit gezegd worden van de roode kleurstof van den stam en naar alle waarschijnlijkheid ook van de in de rietbladeren voorhanden roode kleurstof. Overigens houd ik het ook voor waarschijnlijk, dat de bordeaux-roode kleurstof in wortel, stam en blad van het suikerriet een en dezelfde is.

Ik heb geen grondige studie gemaakt van den aard der bordeaux-roode kleurstof [37], maar mij uitsluitend beperkt tot de vaststelling der volgende punten:

1.) De kleurstof komt in het celvocht in opgelosten toestand voor en kan in warm water uitgetrokken worden.

2.) Met verdund ammoniak wordt de roode kleur eerst in eene paarse, dan in eene blauwgroene en vervolgens in eene groene kleur veranderd.

---

[37]) In latere verhandelingen over de anotomie van den stam en van het blad van ons suikerriet zal ik hierop terugkomen en meer uitvoeriger hieromtrent mededeelen.

3.) Met verdund zuur kan de met ammoniak verkregen groene kleur weer in roode kleur worden veranderd.

Men ziet, dat deze reacties overeenstemmen met die, door Hugo de Vries aangaande het anthokyan medegedeeld; ze spreken het ten minste niet tegen, dat de bordeaux-roode kleurstof der wortels en spruiten van het suikerriet toch met anthokyan identisch is. Hiervoor kunnen ook nog spreken de door mij gedane waarnemingen, dat men weleens paars-rood of zelfs geheel paars gekleurde worteloogen vindt aan den stok, en dat men oude luchtwortels aantreffen kan, waarvan de gekleurde cellen alle kleurschakeeringen vertoonen tusschen volkomen bordeaux-rood en een bijna volkomen indigo-blauw.

Wij hebben gezien, dat roodgekleurde plantenorganen in de natuur zeer verspreid zijn. Vragen wij ons thans:

Welke beteekenis heeft de roode kleurstof voor het leven der bladeren?

Professor Dr. DETMER deelt hiervoor in zijne „Pflanzenphysiologie" het volgende mede: [38])

„In einer Anzahl von Fällen dürfte es sich hier um einen Schutz der unter der Epidermis liegenden Gewebe gegen zu intensive Beleuchtung handeln, wobei also die Färbung der Epidermis im Dienste ihrer Function als schützendes Hautgewebe stünde. Denn Zerstörung des Chlorophylls (nach WIESNER) und allzu sehr gesteigerte Athmung (nach PRINGSHEIM) sind die Folgen einer zu starken Intensität der Beleuchtung, welche durch die gefärbte Epidermis wie durch einen rothen Schirm gedämpft wird. Für die Richtigkeit dieser Auffassung spricht eine ganze Reihe von Thatsachen. Schon H. v. MOHL [39]) hat auf die häufige Röthung junger Triebe und Keimpflanzen aufmerksam gemacht, in welchen das erst im Entstehen begriffene Chlorophyll der Zerstörung durch das Licht besonders ausgesetzt ist und in welchen der Athmungsprocess ohnehin schon sehr gesteigert wird. Die Rothfärbung durch Anthokyan tritt ferner sehr häufig als Winterfärbung ausdauernder

[38]) Vgl. Schenk's „Handbuch der Botanik," II deel, pag. 380 en 381.

[39]) „Untersuchungen über die winterliche Färbung der Blätter" (1837) Vermischte Schriften pag. 735 en vlg.

Blätter auf, deren Chlorophyll im Winter deshalb eines ausgiebigeren Schutzes gegen die zerstörende Wirkung des Lichtes bedarf, weil bei niederer Temperatur keine nennenswerthe Neubildung von Chlorophyll stattfindet. [40]).

Es kann hier auf die allbekannte Thatsache hingewiesen werden, dass bei so vielen Pflanzen bloss die Blattunterseiten eine roth gefärbte Oberhaut besitzen; ein Factum, welches mit der von Böhm [41]) gemachten Beobachtung, dass die Blattunterseite für intensives Licht viel empfindlicher ist, als die Blattoberseite, in vollkommenem Einklang steht. Schliesslich sei es mir gestattet, auf einige interessante von Prof. DR. VON KERNER angestellte Culturversuche hinzuweisen, deren Ergebnisse mir der genannte Forscher ausführlich mitzutheilen so gütig war. Prof. VON KERNER säete die Samen verschiedener wildwachsender und kultivirter Pflanzen der Thäler und Ebenen in seinem Versuchsgarten auf dem über 5000 Fuss hohen Blaser in Tyrol aus, um zu beobachten, in wie weit diese Pflanzen sich dem Hochgebirgsklima zu accomodiren im Stande wären. Da ergab sich nun das merkwürdige Resultat, dass nur diejenigen Arten in so beträchticher Höhe gediehen, welche im Stande waren, durch Anthokyanbildung sich vor der schädlichen Wirkung der im Hochgebirge weit intensiveren Beleuchtung zu schützen. Ich habe die betreffenden Versuchsobjecte in getrocknetem Zustande selbst gesehen und war ganz erstaunt über die kräftige, üppige Entwicklung der gerötheten Pflanzen gegenüber dem kümmerlichen Aussehen der in der Entwicklung zurückgebliebenen blassgrünnen Individuen. Professor VON KERNER ist der Ansicht, dass es sich hier vor Allem um Schutz gegen Zerstörung des Chlorophylls handle."

Wij zien uit dit citaat, dat de roode kleurstof volgens de meeningen van vele botanici een

[40]) Vergl. G. HABERLANDT: „Untersuchungen über die Winterfärbung ausdauernder Blätter"; Sitzungsberichte d. K. Akademie der Wissenschaften in Wien. 72, Band. J. ABTH. 1876.

[41]) „Uber die Verfärbung grüner Blätter im intensiven Sonnenlichte." Landw. Versuchsstationen XXI Bd. 1878, pag. 465.

behoedmiddel is tegen te intensieve verlichting en vooral dient, om de vernieling van de chlorophyll-kleurstof te beletten. En dit is eene taak, die voor de plant van de hoogste waarde is, aangezien met behulp van de chlorophyll-kleurstof organische substantie (zetmeel, suiker) in de bladeren wordt gevormd en wel uit het koolzuur, door de bladeren aan de lucht ontnomen, als ook uit water, dat door de wortels uit den grond is opgenomen. Dit proces wordt het »assimilatie-proces" genoemd. Zonder chlorophyll is bij de planten de productie van organische substantie onmogelijk! Zonder chlorophyll heeft dus ook geene suikerproductie bij het suikerriet plaats! [42])

Wij hebben echter niet met roodgekleurde bladeren te doen, maar met roodgekleurde wortels! Zoude hier de roode kleurstof mogelijk dezelfde beteekenis hebben? Bevat soms de aan het licht blootgestelde suikerrietwortel chlorophyll? Kunnen wortels ooit chlorophyll bevatten?

Beginnen wij met de beantwoording der laatste vraag!

Een typische wortel bevat geen chlorophyll, maar er zijn toch tal van voorbeelden, die bewijzen, dat er wortels gevonden worden, waarin chlorophyll aanwezig is; ja, er zijn zelfs gevallen, waarin uitsluitend de wortels het zoo gewichtige assimilatie-proces voltooien, zooals b. v. bij *Angraecum globulosum*, eene epiphytisch [43]) levende *Orchidee*, bij welke plant de bladeren tot niet groene schubben zijn gereduceerd en waarbij de luchtwortels de functie der bladeren geheel en al hebben op zich genomen.

Volgens Professor DR. K. GOEBEL [44]) hebben wel **alle** Epiphyten in hare wortels chlorophyll en zelfs bij vele niet epiphytisch levende planten, welker wortels zich onder nor-

---

[42]) In mijne verhandeling »Over de waarde van water- en zandcultures voor de practijk" zal ik dit voor den practicus het meest beteekenende proces uitvoeriger beschrijven.

[43]) Epiphyten zijn planten, die andere planten tot standplaats kiezen, zonder daarop te woekeren.

[44]) Zie K. GOEBEL: „Vergleichende Entwicklungsgeschichte der Pflanzenorgane".

male omstandigheden in den grond bevinden, kan zich in de wortels chlorophyll vormen, als ze door de zon worden beschenen.

Zulk een geval nu doet zich volgens mijne waarnemingen ook voor bij ons suikerriet. Snijdt men een ouderen aan een rietstok zittenden rooden luchtwortel door, dan kan men dikwijls reeds met het bloote oog erkennen, dat de wortel van binnen groen gekleurd is. Zulke wortels vertoonen dan ook dáárom niet den zuiver bordeaux-rooden kleur, maar een meer roodbruinen, omdat juist, zooals bij de roode bladeren, de beide kleuren zich voor ons oog tot ééne kleur vermengen. [45] Door het mikroskopisch te onderzoeken, kan men het chlorophyllgehalte zelfs dan herkennen, als het slechts in geringe mate aanwezig is. [46]

Wij zien uit deze gegevens, dat de roode kleurstof in de suikerrietwortels ook zeer goed ten doel kan hebben het chlorophyll der luchtwortels voor vernieling te bewaren. Overigens mogen wij niet vergeten, dat het chlorophyllgehalte der luchtwortels onmogelijk eenige belangrijke beteekenis kan hebben voor de plant, omdat in de eerste plaats de bovenaardsche wortelvorming bij het suikerriet geen normaal verschijnsel is en omdat in de tweede plaats de grootte der groene wortel-oppervlakten hoegenaamd niets beteekent in verhouding tot de grootte der bladvlakten. Maar in elk geval is het chlorophyll-gehalte der luchtwortels een interessant verschijnsel.

Aan een door het licht beschenen wortel van het suikerriet is nu echter niet slechts de oppervlakte, maar vooral ook het wortelmutsje intensief bordeaux-rood gekleurd. Onmogelijk kan hier sprake zijn van bescherming van het

---

[45]) Het gebeurt dikwijls, dat de worteloppervlakte door wieren worden overtrokken en ten gevolge daarvan groen uitzien. Hiermede mag natuurlijk het bovengenoemde verschijnsel niet worden verward.

[46]) In mijne volgende verhandeling over den rietwortel zal ik hierop uitvoeriger terugkomen en een en ander door eene gekleurde afbeelding aanschouwelijk maken. Maar ik wil hier al dadelijk mededeelen, dat ik zelfs bij de pas gevormde stamzijwortels ruimschoots chlorophyll heb gevonden, en wel in dat gedeelte, waaruit zich later de wortelschors ontwikkelt. In dit gedeelte vond ik zelfs dan chlorophyll in groote hoeveelheden als de cellen van den stam zelf geen of slechts geringe hoeveelheden chlorophyll bevatteden.

bladgroen, want immers het wortelmutsje bedekt het vegetatiepunt en dit is altijd vrij van chlorophyll. Hieruit mag men dus wel de gevolgtrekking maken, dat wij hier te doen hebben met eene bescherming van het vegetatiepunt tegen al te intensieve verlichting. [47])

Mogelijk, dat de bordeaux-roode kleur der wortel-oppervlakte ook dient om het chlorophyll der luchtwortels voor vernieling te bewaren — eene mogelijkheid, die ik zoo straks reeds uitsprak —, maar ik geloof eenigszins met recht te mogen aannemen, dat dit niet het eigenlijke doel is van de roode kleur.

Brengen wij ons in herinnering, dat niet de geheele oppervlakte van den wortel is gekleurd, dat integendeel van het wortelmutsje af een gedeelte, bij oudere wortels minstens 10 mm. lang, geheel ongekleurd is (zie fig. 9 op plaat IV). Het rood gekleurde bovenste gedeelte van den wortel is nu juist dat gedeelte, waaruit later de bijwortels worden gevormd. Dáár, waar de wortel niet rood gekleurd is, verkeert hij nog in een te jeugdig stadium, om bijwortels te kunnen vormen. Als nu echter binnen in een wortel een bijwortel wordt gevormd, dan ontstaat eerst in den wortel een nieuw vegetatiepunt, waaruit zich dan later de bijwortel ontwikkelt. Heeft nu verder het roode wortelmutsje tot taak, om het vegetatie-punt te beschermen, dan mogen wij wel met eenig recht veronderstellen, dat ook de roode cellen der wortelschors hetzelfde doel hebben, namelijk, om de in het binnenste der wortels ontstaande vegetatiepunten der bijwortels zóó lang te beschermen, tot de bijwortels zelf een rood wortelmutsje hebben.

De veronderstelling, dat de vorming der bordeaux-roode kleurstof, die zich zoowel in het wortelmutsje als ook in de uiterste lagen der wortelschors bevindt, ten doel heeft, het vegetatiepunt tegen te intensieve verlichting te beschermen, is volstrekt niet uit de lucht gegrepen. Blijkt dit reeds uit

[47]) Uit de vroeger medegedeelde proeven, met *Glonggong* gedaan, blijkt, dat aan deze *Saccharum*-species een zoodanig bescherm-toestel ontbreekt. Op dit punt zal ik terugkomen in mijne verhandeling over de anatomische en physiologische eigenaardigheden van den rietwortel.

het voorafgaande, de volgende waarneming spreekt krachtig ten gunste mijner opinie.

Herinneren wij ons, dat variëteiten met paars- of roodgekleurde stokken worteloogen hebben, welker toppen veel intensiever bordeaux-rood gekleurd zijn, dan die van variëteiten met geel of groen gekleurde stokken.

Dit feit bewijst ons, dat de vorming der roode kleurstof in den stam in zekere betrekking staat met de vorming der kleurstof in de wortels.

Nu is het zeker een belangrijk feit, dat bij variëteiten met gele of groene stokken, waarbij ik slechts zelden en met moeite rood gekleurde worteloogen kon vinden, en waarvan tijdens het allereerste begin de wortels in hun mutsje de bordeauxroode kleurstof nog niet hadden, dat bij zulke variëteiten juist die cellen van den stok bordeaux-rood gekleurd waren, die de jonge worteloogen bedekten, terwijl alle overige cellen van den stok zulk eene kleur misten. Waarom liggen juist ook hier weer roode cellen boven het vegetatiepunt der wortels? Zonder twijfel, om het te beschermen tegen te intensieve verlichting.

En mijne verklaring van de beteekenis der bordeaux-roode kleur wordt ook verder verrassend bevestigd door de volgende waarneming.

Verwijdert men van het groene *Glonggong*-riet de bladeren, zoodat dus de stok direct door de zon wordt beschenen, dan neemt deze eene roode kleur aan. Langzamerhand kleurt zich de geheele stok; het eerst echter vertoont zich de bordeaux-roode kleur dáár, waar zich de worteloogen bevinden en vooral in een kring boven de worteloogen. Op de laatstgenoemde plaats is de kleur het meest intensief en valt het verschil scherp in het oog.

Ten einde nu de beteekenis van dit feit begrijpelijk te maken dien ik de volgende toelichtingen te geven.

Aan den rietstok (even als over 't algemeen aan iederen stam) onderscheiden wij knoopen en leden. Onder knoop verstaan wij dat gedeelte van den stam (hier dus van den rietstok), waaraan zich het blad bevindt, terwijl het gedeelte, tusschen

twee knoopen liggende, lid wordt genoemd. Als men nu bij den rietstok de verschillende leden met elkaar vergelijkt, dan zal men zien, dat hunne lengte van boven naar beneden toeneemt. Hoe hooger aan den stok het lid zich bevindt, des te meer het nog in staat is, zich te verlengen. De verlenging geschiedt door voortdurende verdeeling der cellen van het lid; niet alle cellen echter nemen deel aan de verlenging, hoofdzakelijk zijn dit slechts degenen, die zich aan de basis van elk lid bevinden, zoodat elk lid nog naderhand groeit, terwijl van de basis uit als het ware nieuwe deelen van het lid worden ingelascht.

De aan de basis van het lid zich bevindende kring, waarvan ik zoo even gewaagde, is reeds met het bloote oog bemerkbaar, doordat hij lichter is; ook is deze kring veel weeker dan de lagen daar boven en beneden, omdat zijne cellen zich nog in jeugdiger toestand bevinden.

Wij hebben gezien, dat van het vegetatiepunt uit zich nieuwe organen beginnen te ontwikkelen, thans zien wij, dat aan de basis van elk lid zich een cellenkring bevindt, van waar de vorming van nieuwe cellen uitgaat voor een orgaandeel, namelijk van het lid. In beide gevallen hebben wij jeugdige, zeer prikkelbare en gemakkelijk te vernielen cellen en daarom is het voor mijne theorie van groote beteekenis, dat juist deze aan de basis van een lid gelegen cellenkring binnen korten tijd ook een bordeaux-roode kleur, en wel eene zeer intensieve, aanneemt, als hij aan het licht is blootgesteld.

Ten slotte worde hier nog de vraag geopperd, of dit beschermmiddel der wortels van *Saccharum officinarum L.* reeds oorspronkelijk is aanwezig geweest, of eerst in den nieuweren tijd in den „strijd om het bestaan" is verkregen. Zooals ik reeds in mijne verhandeling „Over suikerriet uit zaad" (vlg. »Slotbeschouwingen," pag. 54 tot 65) zeide, is het wel mogelijk dat er reeds in den tijd, toen de mensch begon het suikerriet te cultiveeren, verscheidene variëteiten bestonden. Vervolgens heb ik l. c. medegedeeld, dat waarschijnlijk het riet, vóór het den mensch tot voedsel diende, reeds

door dieren werd gevreten en verspreid. Omdat het nu den dieren hoegenaamd niets kan schelen, wat er met het voedsel gebeurt, als ze het in den steek laten (hetzij omdat zij verzadigd zijn, hetzij, dat een naderende vijand hen heeft verdreven), dus wat er in casu later van den achtergebleven rietstok is geworden, zoo zullen ook de dieren destijds niet, zooals de mensch deed en nog heden doet, den stok in den grond hebben opgeborgen. Gebeurde dit evenwel niet, dan moet het voor het voortbestaan van het suikerriet van bijzonder veel gewicht zijn geweest, dat het voor de zeker dikwijls op deze wijze aan het zonlicht blootgestelde wortels een beschermmiddel vormde; daarom is het mogelijk, dat het beschermmiddel, d. w. z. de bordeaux-roode kleur der wortels, reeds vóór den tijd bestond, waarin de mensch het riet begon te cultiveeren.

Of echter de thans gele en groene variëteiten vroeger ook rood gekleurd zijn geweest en de eigenschap bordeaux-roode wortels te vormen in hoogeren graad dan thans hebben bezeten, dan wel of ze nog op een lageren trap staan en eerst op het punt zijn, die eigenschappen aantenemen, moet ik onbeslist laten.

Het gezamenlijke resultaat mijner onderzoekingen kan samengevat worden in de stelling:

De bordeaux-roode kleur der suikerrietwortels is een verschijnsel, dat voortgebracht wordt door het licht en ten doel heeft, om het gewichtigste gedeelte van een wortel, het vegetatiepunt, te beschermen voor te intensief licht. Anders zou de wasdom der wortels, waarvan de toppen aan het licht blootgesteld zijn, belemmerd of misschien zelfs geheel onmogelijk worden gemaakt en daardoor zou de geheele plant beschadigd worden; want wij moeten niet vergeten, dat de bibit, waarvan de wortels in den eersten tijd de jonge, uitloopende spruit moeten voeden, niet

diep in den grond wordt gelegd en dat de bibit vaak door stortregens wordt bloot gespoeld. Ook mogen wij niet uit het oog verliezen, dat dikwijls wortels uit den grond aan de oppervlakte geraken en dan eveneens bescherming tegen te intensief licht noodig hebben.

Wij zien dus ongetwijfeld, dat de bordeaux-roode kleur der suikerriet-wortels voor het suikerriet zelf van practische beteekenis is, en daarom, geloof ik, zal de practicus mijne verhandeling ook niet geheel zonder belangstelling ter zijde leggen. En toch zal menigeen wellicht denken, dat het onderwerp niet zoo veel inspanning en zoo vele woorden waard is; mijns inziens echter moeten alle verschijnselen, die wij bij ons suikerriet waarnemen, zoo nauwkeurig mogelijk worden bestudeerd, en dan zal, volgens mijne stellige overtuiging, de practijk ook werkelijke en noemenswaardige resultaten zien in het eindresultaat van de onderzoekingen, die op dit gebied gedaan zijn of (beter gezegd) nog gedaan moeten worden.



